

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور - پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان

عنوان طرح تحقیقاتی :
بررسی شرایط هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریای عمان
(آبهای محدوده ایران)

مجری مسئول :
محمود ابراهیمی

شماره ثبت

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان

عنوان طرح : بررسی شرایط هیدرولوژی وهیدروبیولوژی دریای عمان(آبهای محدوده ایران)

شماره مصوب طرح : ۰۰۰۰۰-۸۵۰۲-۰۴-۲۰۰۰۰۰-۱۰۰-۱

نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : محمود ابراهیمی

نام و نام خانوادگی مجری مسؤل (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) : محمود ابراهیمی

نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : محمود ابراهیمی

نام و نام خانوادگی همکار(ان) : فریدون عوفی - سیمین دهقان - سعید سنجانی

نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : علیرضا نیکویان

نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : -

محل اجرا : استان هرمزگان

تاریخ شروع : ۸۵/۶/۱

مدت اجرا : ۴ سال و ۸ ماه

ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۳

حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و

نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

طرح: بررسی شرایط هیدرولوژی وهیدروبیولوژی دریای عمان
(آبهای محدوده ایران)

کد مصوب: ۰۰۰۰۰-۸۵۰۲-۰۴-۲۰۰۰۰۰-۱۰۰-۱

شماره ثبت (فروست): تاریخ:

با مسئولیت اجرایی جناب آقای محمود ابراهیمی دارای مدرک
تحصیلی کارشناسی ارشد در رشته شیمی دریا می باشد.

طرح توسط داوران منتخب بخش اکولوژی منابع آبی در تاریخ

۹۲/۸/۱۵ مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای طرح، مجری در:

ستاد پژوهشکده مرکز ایستگاه

با سمت عضو هیئت علمی در پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای
عمان مشغول بوده است.

**MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION -
Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center**

Project Title :

Hydrologi and hydrobiological study of the Iranian waters in the Oman Sea

**Project leader Researcher :
Mahmoud Ebrahimi**

Register NO.

**Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION –
Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center**

Project Title : Hydrologi and hydrobiological study of the Iranian waters in the Oman Sea

Approved Number: 0-100-200000-04-8502-00000

Author: Mahmoud Ebrahimi

Project leader Researcher : Mahmoud Ebrahimi

Collaborator(s) : F.Owfi,S.Dehghan,S.Sanjani

Advisor(s): A.R.Nikoeyan

Supervisor: -

Location of execution : Hormozgan Province

Date of Beginning : 2006

Period of execution : 4 Years & 8 Months

Publisher : *Iranian Fisheries Research Organization*

Date of publishing : 2014

All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

فهرست مندرجات

چکیده :	۱
۱-مقدمه	۳
۱-۱-مروری بر منابع:	۶
۲- مواد و روش ها	۱۳
۲-۱- منطقه مورد بررسی و ایستگاه‌های نمونه برداری	۱۳
۲-۲- سنجش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب	۱۸
۲-۳- رسم نمودارها و تحلیل آماری داده های فیزیکی و شیمیایی	۱۸
۲-۴- فیتوپلانکتون	۱۸
۲-۵- زئوپلانکتون	۱۹
۲-۶- ایکتیوپلانکتون	۱۹
۲-۷- بررسی آماری داده‌های پلانکتونی	۲۰
۲-۸- نمونه برداری از رسوبات بستر و چگونگی شناسایی ماکروبتوزها	۲۰
۲-۹- دانه بندی رسوبات	۲۰
۲-۱۰- شاخص های تنوع	۲۱
۲-۱۱- نمونه برداری آلاینده‌ها	۲۲
۲-۱۲- آماده سازی و سنجش آلاینده های نفتی، فلزات سنگین و آبریان	۲۲
۲-۱۳- تجزیه و تحلیل داده های آلاینده‌ها	۲۲
۳- نتایج و بحث	۲۳
۳-۱- پارامترهای فیزیکوشیمیایی	۲۳
۳-۱-۱- دمای آب	۲۳
۳-۱-۲- ساختار مکانی و زمانی چگالی (δ_T)	۳۰
۳-۱-۳- تغییرات مکانی و زمانی شوری	۳۵
۳-۱-۴- ساختار مکانی و زمانی اکسیژن محلول	۴۱
۳-۱-۵- ساختار مکانی و زمانی کلروفیل a	۴۵
۳-۱-۶- میانگین توزیع افقی مواد مغذی در لایه‌های سطحی	۵۰

۶۰	..... ۲-۳- پلانکتون
۶۰	..... ۱-۲-۳- پلانکتون های گیاهی
۶۹	..... ۲-۲-۳- پلانکتونهای جانوری
۷۳	..... ۳-۲-۳- ایکتیوپلانکتون
۷۶	..... ۳-۳- کفزیان (ماکروبتوزها)
۸۳	..... ۴-۳- آلاینده ها
۸۳	..... ۱-۴-۳- فلزات سنگین در نمونه های آب
۹۰	..... ۲-۴-۳- فلزات سنگین در نمونه های رسوب
۹۳	..... ۳-۴-۳- هیدروکربن های نفتی در آب
۹۷	..... ۴-۴-۳- هیدروکربن های نفتی در رسوبات
۱۰۱	..... نتیجه گیری
۱۰۳	..... مشکلات:
۱۰۴	..... پیشنهادات
۱۰۶	..... تشکر و قدردانی
۱۰۷	..... منابع
۱۱۴	..... ضمائم
۱۳۴	..... چکیده انگلیسی

فهرست شکل ها

- شکل ۱: موقعیت مکانی ایستگاههای نمونه برداری شده در نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز ۱۸
- شکل ۲: میانگین تغییرات درجه حرارت آب ($^{\circ}\text{C}$) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۸۶) ۲۴
- شکل ۳: میانگین تغییرات درجه حرارت آب ($^{\circ}\text{C}$) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۱۳۸۸) ۲۵
- شکل ۴: میانگین پروفیل عمودی پارامترهای بررسی شده در ترانسکت سوم منطقه مورد نظر (بهار ۸۸) ... ۲۷
- شکل ۵: میانگین پروفیل عمودی پارامترهای بررسی شده در ترانسکت سوم منطقه مورد نظر (بهار ۸۸) ۲۸
- شکل ۶: میانگین پروفیل عمودی پارامترهای بررسی شده در ترانسکت سوم منطقه مورد نظر (زمستان ۸۵) ۲۹
- شکل ۷: میانگین تغییرات چگالی آب (g/cm^3) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۱۳۸۶) ۳۳
- شکل ۸: میانگین تغییرات چگالی آب (g/cm^3) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۱۳۸۸) ۳۴
- شکل ۹: میانگین تغییرات شوری آب (psu) در لایه‌های سطحی مناطق مورد بررسی (سال ۱۳۸۶) ۳۹
- شکل ۱۰: میانگین تغییرات شوری آب (psu) در لایه‌های سطحی مناطق مورد بررسی (سال ۱۳۸۸) ۴۰
- شکل ۱۱: میانگین تغییرات اکسیژن محلول (ppm) در لایه‌های سطحی مناطق مورد بررسی (سال ۱۳۸۶) .. ۴۳
- شکل ۱۲: میانگین تغییرات اکسیژن محلول (ppm) در لایه‌های سطحی مناطق مورد بررسی (سال ۱۳۸۸) .. ۴۴
- شکل ۱۳: میانگین تغییرات کلروفیل (mg/m^3) لایه‌های سطحی مناطق مورد بررسی (سال ۱۳۸۶) ۴۷
- شکل ۱۴: میانگین تغییرات کلروفیل (mg/m^3) لایه‌های سطحی مناطق مورد بررسی (سال ۱۳۸۶) ۴۸
- شکل ۱۵: میانگین تغییرات فصلی پارامترهای مورد بررسی در لایه‌های سطحی مناطق مورد بررسی ۴۹
- شکل ۱۶: میانگین تغییرات نترات (میکرومول در لیتر) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۸۶) ۵۳
- شکل ۱۷: میانگین تغییرات نترات (میکرومول در لیتر) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۸۸) ۵۴
- شکل ۱۸: میانگین تغییرات فسفات (میکرومول در لیتر) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۸۶) ۵۵
- شکل ۱۹: میانگین تغییرات فسفات (میکرومول در لیتر) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۸۸) ۵۶
- شکل ۲۰: میانگین تغییرات سیلیکات (میکرومول در لیتر) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۸۶) ۵۸

- شکل ۲۱: میانگین تغییرات سیلیکات (میکرومول در لیتر) در لایه های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۸۸) ۶۰
- شکل ۲۲: میانگین تغییرات پلانکتون گیاهی از ساحل به دریا (سال ۱۳۸۶) ۶۲
- شکل ۲۳: میانگین تغییرات پلانکتون گیاهی از ساحل به دریا (سال ۱۳۸۸) ۶۳
- شکل ۲۴: میانگین تراکم پلانکتون گیاهی در لایه های مختلف عمقی (سال ۱۳۸۶) ۶۴
- شکل ۲۵: میانگین تراکم پلانکتون گیاهی در لایه های مختلف عمقی (سال ۱۳۸۸) ۶۵
- شکل ۲۶: میانگین تغییرات پلانکتون گیاهی در ترانسکت های مورد بررسی (سال ۱۳۸۸) ۶۷
- شکل ۲۷: میانگین تراکم زئوپلانکتون ها در ترانسکت های مورد بررسی (سال ۱۳۸۶) ۷۰
- شکل ۲۸: میانگین تراکم زئوپلانکتون ها در ترانسکت های مورد بررسی (سال ۱۳۸۸) ۷۱
- شکل ۲۹: درصد فراوانی زئوپلانکتون ها در لایه های نمونه برداری ۷۳
- شکل ۳۰: درصد فراوانی ماکرو بنتوزها در طول دوره بررسی ۷۷
- شکل ۳۱: روند تغییرات میانگین تراکم ماکرو بنتوزها در بعد و قبل از مونسون ۷۸
- شکل ۳۲: روند تغییرات میانگین تراکم ماکرو بنتوزها با افزایش عمق (از ساحل به دریا) ۸۰
- شکل ۳۳: روند تغییرات میانگین تراکم ماکرو بنتوزها از تنگه هرمز به خلیج گواتر (غرب به شرق) در پیش مونسون ۸۱
- شکل ۳۴: روند تغییرات میانگین تراکم ماکرو بنتوزها از تنگه هرمز به خلیج گواتر در پس مونسون ۸۱
- شکل ۳۵: میانگین تغییرات غلظت فلز نیکل در نیمه شمالی دریای عمان طی سال های ۸۶ و ۸۸ ۸۴
- شکل ۳۶: میانگین تغییرات غلظت فلز نیکل در نیمه شمالی دریای عمان طی سال های ۸۶ و ۸۸ ۸۵
- شکل ۳۷: میانگین غلظت فلز مس در محدوده آب های نیمه شمالی دریای عمان طی سال های ۸۶ و ۸۸ ۸۷
- شکل ۳۸: برآورد میزان خطر (THQ) در مصرف کنندگان ماهی سنگسر و گیش ناشی از فلزات سنگین ۹۳
- شکل ۳۹: میانگین روند تغییرات غلظت کل TPH و TPAH در آب های نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز (طی سال های ۸۶ و ۸۸) ۹۶
- شکل ۴۰: میانگین روند تغییرات غلظت کل TPH و TPAH در رسوبات بستر محدوده آب های نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز (طی سال های ۸۶ و ۸۸) ۹۹

فهرست جداول

- جدول ۱: نتایج آزمون همبستگی اسپیر من جهت مطالعه ارتباط بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی و فراوانی کل فیتوپلانکتونی با عمق ۷۵
- جدول ۲: مقایسه مقادیر استاندارد کشورهای مختلف دنیا (غلظت ها بر حسب میکرو گرم برلیتر) ۸۹
- جدول ۳: میانگین غلظت فلزات مورد بررسی در آبهای نیمه شمالی دریای عمان طی سالهای ۱۳۸۶ و ۱۳۸۸ ۹۰
- جدول ۴: نحوه توصیف مقادیر فاکتور آلودگی ۹۰
- جدول ۵: میزان فاکتور آلودگی (C_f) در رسوبات بستر مناطق مورد نظر طی سالهای ۸۶ و ۸۸ ۹۱
- جدول ۶: نحوه سنجش و بررسی کیفیت محیط زیست از نظر درجه آلودگی ۹۲
- جدول ۷: میزان درجه آلودگی در رسوبات بستر مناطق مختلف نیمه شمالی دریای عمان طی سالهای ۸۶ و ۸۸ ۹۲
- جدول ۸: مقایسه غلظت tPAHs در آب های نیمه شمالی دریای عمان با آب های نقاط مختلف دنیا ۹۶
- جدول ۹: مقایسه استاندارد های کیفیت رسوب ۹۷
- جدول ۱۰: نسبت های استفاده شده در تعیین منشأ هیدروکربن های آروماتیک حلقوی ۱۰۰
- جدول ۱۱: نتایج نسبت های به دست آمده در تعیین منشأ هیدروکربن های آروماتیک حلقوی در رسوبات بستر محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز طی سالهای ۸۶ و ۸۸ ۱۰۰
- جدول ۱۲: مقایسه غلظت tPAHs در رسوب ترانسکت های مورد مطالعه با رسوبات نقاط مختلف دنیا... ۱۰۱
- جدول ضمیمه ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاههای نمونه برداری ۱۱۵
- جدول ضمیمه ۲: نتایج همبستگی پارامترها در لایه های سطحی مناطق مورد نظر (طی سالهای ۸۶ و ۸۸) ۱۱۶
- جدول ضمیمه ۳: نتایج آنالیز واریانس یک سویه جهت مقایسه پارامترها در ترانسکت های مورد نظر (درسال ۸۶ و ۸۸) ۱۱۷
- جدول ضمیمه ۴: نتایج آنالیز آماری (T_Test) جهت مقایسه تغییرات پارامترها در لایه های سطحی ۱۱۸
- جدول ضمیمه ۵: نتایج همبستگی بین پارامترها با عمق آب و با یکدیگر در لایه های عمقی مناطق مورد نظر ۱۱۸
- جدول ضمیمه ۶: میانگین غلظت مواد مغذی در لایه های عمقی مختلف ترانسکتهای مورد نظر (بهار ۱۳۸۶) ۱۱۹

جدول ضمیمه ۷: میانگین غلظت مواد مغذی در لایه های عمقی مختلف ترانسکت های مورد نظر

۱۲۰..... (پاییز ۱۳۸۶).....

جدول ضمیمه ۸: میانگین غلظت مواد مغذی در لایه های عمقی مختلف ترانسکتهای مورد نظر (بهار ۱۳۸۸)

۱۲۱.....

جدول ضمیمه ۹: میانگین غلظت مواد مغذی در لایه های عمقی مختلف ترانسکتهای مورد نظر (پاییز ۱۳۸۸)

۱۲۲.....

جدول ضمیمه ۱۰: لیست پلانکتنهای جانوری شناسایی شده در محدوده آبهای ایرانی دریای عمان.... ۱۲۳

چکیده:

در این تحقیق، بخش اعظم محدوده آبهای جمهوری اسلامی ایران در نیمه شمالی دریای عمان از پسابندر (۳۰ مایلی چابهار) تا تنگه هرمز طی سالهای ۸۶ و ۸۸ از نظر هیدروبیولوژی مورد مطالعه قرار گرفت. در محدوده فوق تعداد ۱۰ ترانسکت عمود بر ساحل هر کدام به فاصله ۳۰ مایل از یکدیگر تعیین و سپس در روی هر ترانسکت‌ها تعداد ۴ ایستگاه ثابت نمونه برداری انتخاب گردید. گشت‌های دریایی با استفاده از کشتی تحقیقاتی فردوس ۱ و در طی فصل‌های بهار و پاییز سال‌های ۸۶ و ۸۸ به انجام رسید. بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان به موارد ذیل به صورت خلاصه اشاره نمود:

در دریای عمان در طول سال ترموکلاین و اکسی کلاین دائمی برقرار بوده و با تغییرات فصلی فقط نقطه شروع و پهنای شکست لایه حرارتی و اکسیژنی تغییر می‌یابد. توزیع افقی و عمودی هدایت الکتریکی دقیقاً از ساختار درجه حرارت پیروی می‌نماید. در این پهنه آبی، مقدار شوری از شرق به غرب افزایش اما از سطح به عمق کاهش می‌یابد، البته در نیمه غربی آن و در اعماق بین ۱۵۰ تا ۳۰۰ متری یک افزایش قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد که منشأ آن آبهای بسیار شور خلیج فارس می‌باشد که از طریق لایه‌های تحتانی تنگه هرمز وارد دریای عمان می‌گردد. مقدار چگالی آب از سطح به عمق افزایش می‌یابد. میزان اکسیژن محلول در بهار بیشتر از پاییز می‌باشد. مقدار pH از سطح به عمق کاهش یافته و روند تغییرات عمودی آن از روند تغییرات عمودی دما، کلروفیل a و اکسیژن محلول پیروی می‌نماید. غلظت کلروفیل a لایه‌های سطحی، در پاییز بیشتر از بهار و در نیمه شمال شرقی دریای عمان نیز بیشتر از نیمه شمال غربی آن بوده و از ساحل به دریا کاهش می‌یابد. توزیع عمودی کلروفیل a نشان داد که بیشترین غلظت آن در لایه‌های عمقی تقریباً ۱۰ تا ۴۰ متری می‌باشد. غلظت مواد مغذی از غرب به شرق و از سطح به عمق افزایش یافته و در فصل پاییز (بعد از مونسون) بیشتر از بهار (قبل از مونسون) می‌باشد.

بررسی کفزیان (ماکروبتوزها) نشان داد که از مجموع بی مهرگان بدست آمده، پرتاران با متوشط تقریبی ۸۰۰ عدد در متر مربع گروه غالب و سپس آمفی پودا، شکم پایان، دوکفه ای ها، سپونکلا، ناوپایان، فرامینفرا، استراکودا، تانایداسه، اکیوراها، کوماسه، دکاپودا، کرم های نواری، اوفازیا سه، می سی داسه و مارسانان به ترتیب در رتبه های بعدی قرار دارند. همچنین تغییرات فصلی ماکروبتوزها نشان داد که تراکم آنها در پس از مونسون بیشتر از پیش از مونسون می‌باشد. $p < 0.05$. بررسی ماکروبتوزها در اعماق متفاوت نشان داد که با افزایش عمق، تراکم آنها کاهش ولی تنوع آنها افزایش عمق می‌یابد. $p < 0.05$. همبستگی بین تراکم کل ماکروبتوزها و عمق از نوع منفی و در سطح ۰/۰۱ و با دما و اکسیژن از نوع مثبت در سطح ۰/۰۱ معنی داریه دست آمد. همچنین بین کرین آلی و تراکم ماکروبتوزها تفاوت معنی داری مشاهده شد و

این تفاوت برای کوبه پودا و پرتاران نیز معنی دار بدست آمد. $p < 0.05$. روند تغییرات وزن ماکروبتنوزها از پیش مونسون به پس مونسون و از تنگه هرمز به خلیج گواتر افزایشی به دست آمد.

در این مطالعه پلانکتون‌های گیاهی با ۶ شاخه، ۸۸ جنس و گونه از باسیلاریوفیتا، ۱۱۱ جنس و گونه از دینوفیتا، ۶ جنس از سیانو فیتا و ۲ جنس از کروموفیتا، یک جنس از اوگلنا فیتا و همچنین سیلیکوفلاژله‌ها مورد شناسایی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تراکم از ساحل به دریا کاهش داشته و بیشترین تراکم در لایه نوری (۰-۲۵ متر) می‌باشد. تراکم پلانکتون گیاهی (بدون احتساب ککلودینیوم) در پس مونسون بالاتر از پیش مونسون ثبت گردید. تراکم زی شناور گیاهی در سال ۸۸ بالاتر از سال ۱۳۸۶

به دست آمد (6073 ± 1038). غنای گونه ای در پیش مونسون سال ۸۶ ($0/519 - 0/337$) و در پس مونسون ($0/396 - 0/296$) در صورتیکه این شاخص در پیش مونسون سال ۸۸ ($1/525 - 0/967$) و در پس

مونسون ($1/407 - 0/531$) به دست آمد. در این تحقیق، ۸ شاخه، ۸ رده، ۱۵ راسته، ۳۵ خانواده و ۷۸ جنس از پلانکتونهای جانوری شناسایی گردید. در سال ۸۶، در پیش مونسون کوبه پودا به همراه مراحل ناپلی و

کوبه پودایتی ۷۸٪، مژه داران ۸٪، سارکوماستیگوفورا ۴٪ و نیمه طنابداران با ۶٪ گروههای غالب بودند. در پس مونسون ۸۶ کوبه پودا با ۸۰٪، مژه داران با ۶٪ و کیسه تنان با ۵٪ به ترتیب فراوانی قرار

داشتند. اما در سال ۸۸، در پیش مونسون کوبه پودا با ۸۲٪، مژه داران با ۹٪، سارکوماستیگوفورا با ۴٪ و نیمه طنابداران با ۲٪ قرار داشتند. در پس مونسون ۸۸ کوبه پودا با ۷۰٪، مژه داران با ۲۰٪، سارکوماستیگوفورا با

۴٪ و نیمه طنابداران با ۳٪ از گروههای غالب بودند. نتایج آماری حاکی از اختلاف آماری بین ترانسکت‌ها و همچنین دو لایه مورد مطالعه می‌باشد ($P < 0.05$). همچنین در مجموع دو سال بررسی ۳۱ خانواده

ایکتیوپلانکتون نیز با تراکم و گسترش متفاوت ثبت گردید.

نتایج حاصل از سنجش فلزات سنگین در آب و رسوبات بستر نشان داد که غلظت این فلزات در لایه‌های

سطحی محدوده آب‌های نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز در فصل بهار (پیش مونسون) بیشتر از فصل

پاییز (پس مونسون) می‌باشد و درجه آلودگی آنها در این مناطق نسبت به مقیاس جهانی در سطح کم قرار

دارند، همچنین نتایج حاصل از بررسی درجه آلودگی رسوبات بستر در ترانسکت‌های مختلف و مقایسه

آنها با شاخص‌های جهانی، نشان می‌دهد که آب و رسوبات بستر محدوده آبهای ایرانی دریای عمان در

بهار و پاییز از نظر غلظت فلزات سنگین جزء اکوسیستم‌های پاک به شمار می‌رود.

مقایسه غلظت TPAHs به دست آمده در آب‌های ایرانی دریای عمان با سایر نقاط جهان نشان داد که

درجه آلودگی نفتی در آبهای مناطق مورد بررسی، در بهار ۸۶ در حد کم تا متوسط و در سایر فصول در

حد کم بوده است؛ اما درجه آلودگی در رسوبات بستر، هم در بهار و هم در پاییز در حد کم می‌باشد و این

بدین معنی است که در حال حاضر خطری از جانب این آلاینده ها، آبریان و کفریان منطقه را تهدید نمی کند. برای مشخص نمودن منشا آلودگی نفتی، نسبت های (LMW/HMW) برای تمامی ترانسکت ها محاسبه گردید و نتایج حاصله نشان داد که در مجموع در هر یک از فصل ها، مناطق مختلف محدوده آب های نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز، مخلوطی از هیدروکربن های با منشأ پیرولیتیک و پتروژنیک را دریافت کرده اند. نتایج حاصل از برآورد میزان خطر (THQ) ناشی از فلزات سنگین در مصرف کنندگان، برای دو گونه ماهی سنگسر و گیش نشان داد که میزان خطر در هر دو ماهی برای هر تمامی فلزات سنگین به میزان قابل توجهی پایین تر از ۱ بوده و این بدین معنی است که جوامع شهری استان هرمزگان را در حال حاضر هیچ گونه خطری ناشی از این بابت تهدید نمی نماید.

لغات کلیدی: دریای عمان- تنگه هرمز- ایران- ماکروبتوز- فیتوپلانکتون- زئوپلانکتون- تنوع زیستی- فلزات سنگین- هیدروکربن های نفتی مونسون- ترموکلاین- اکسی کلاین،

۱- مقدمه

دریای عمان از پیشروی آب اقیانوس هند به داخل خشکی و در جنوب غربی آسیا واقع شده است، این خلیج در حقیقت از سه سو به خشکی و از یک سو به دریای آزاد مرتبط است. شمال آن ایران و پاکستان، شرق آن شبه جزیره دکن و غرب آن شبه جزیره عربستان قرار دارد. تنها از سوی جنوب، این دریا به اقیانوس هند متصل است. سواحل جنوبی ایران از تنگه هرمز تا بندر گواتر مجاور آن قرار دارد که این مسافت نیمی از کناره های جنوبی ایران را تشکیل می دهد. مدار راس السرطان از شمال آن عبور می کند و از این رو این پهنه آبی در منطقه ی حاره ای واقع شده است. دریای عمان با طول ۶۱۰ کیلومتر از شرق به غرب کشیده شده و عمق آن حداکثر به ۳۳۹۸ متر می رسد. بالاترین درجه حرارت آب در مرداد ماه ۳۳ و کمترین مقدار آن در بهمن ماه ۱۹/۸ درجه سانتی گراد، و میزان شوری آن در حدود ۳۶/۵^۱ psu گزارش گردیده است (کیمرام، ۱۳۷۹).

^۱ Practical salinity unit

با وجود اینکه آبهای خلیج فارس و دریای عمان پیوسته توسط جریان‌های مختلف از جمله جریان جزر و مدی و جریان چرخشی معکوس دهانه خلیجی از طریق تنگه هرمز در حال تبادل هستند با این حال این دو پهنه آبی از دیدگاه‌های مختلف بوم شناختی به عنوان دو اکوسیستم متفاوت محسوب گشته و خصوصیات آنها از قبیل عمق، درجه حرارت، شوری و مواد مغذی (Nutrients) با یکدیگر متفاوت می‌باشند (Dorgham and Moftah, 1989).

در تمام طول سال، بر خلاف بادهای غالب شمال، یک جریان آب با شوری کم از طریق دریای عمان و تنگه هرمز وارد خلیج فارس شده و باعث تعدیل آب فوق شور آن می‌گردد. ورود این جریان علاوه بر تعدیل شوری آب خلیج فارس باعث کاهش اثر تبخیر و همچنین باعث خروج آب شور لایه زیرین این خلیج از طریق نواحی عمیق تنگه هرمز به دریای عمان می‌گردد که اصطلاحاً به این جریان، جریان معکوس دهانه خلیجی گفته می‌شود (ROPME, 2004)^۲.

در خلیج فارس شکل گیری آبهای چگالتر ممکن است در اوایل ماه نوامبر که دمای هوا کاهش و سرعت باد افزایش می‌یابد شروع شود (Swift and Bower, 2003). همچنین طبق گزارش این محققین جریان‌ات آبی که با شوری زیاد از خلیج فارس و از طریق تنگه هرمز به دریای عمان سرازیر می‌گردد، تا عمق ۲۰۰ تا ۳۵۰ متری دریای عمان گسترش یافته و علاوه بر آن تا بخشی از اقیانوس هند نیز کشیده شده و تغییراتی در تعادل ترموکلاین این منطقه ایجاد می‌نماید.

میانگین تبخیر سالانه از آبهای باز منطقه راپمی (ROPME Sea Area (RSA) حدود ۱۴۴ سانتی متر در سال و حداکثر مقدار تبخیر در ماه June حدود ۲۹/۳ و حداقل آن در ماه February حدود ۸/۱ سانتی متر در سال گزارش شده است (ROPME, 2004).

علی‌رغم اینکه میزان تبخیر در خلیج فارس به مراتب بیشتر از ورودی رودخانه‌ها و نزولات آسمانی آن می‌باشد اما این کاهش آب از طریق تنگه هرمز از دریای عمان وارد خلیج فارس شده و جایگزین آبهای تبخیر شده می‌گردد و در نتیجه موازنه آب در این دو پهنه آبی برقرار گشته و به تعادل می‌رسد (Al-Majed et al., 2000).

خلیج فارس و دریای عمان دارای سیستم اقیانوسی تروپیکال می‌باشند که تحت تاثیر بادهای موسمی اقیانوس هند که اصطلاحاً به آن مونسون (Monsoon) می‌گویند قرار می‌گیرند. این بادهای باعث بوجود آمدن تغییرات آب و هوایی خاص در این مناطق می‌گردد که در دو دوره کاملاً متفاوت تابستان و زمستان می‌باشد. در مونسون مرطوب تابستانه (South West summer Monsoon) جریان‌های موسمی از سمت

^۲ - Regional Organization for the Protection of the Marine environment

جنوب غربی در طول سواحل اقیانوس هند و بخصوص دریای عرب می وزد و هوای گرم و مرطوب را از جانب دریا به سمت خشکی می کشاند. مونسون تابستانه دارای بادهای شدید، هوای مرطوب و آسمان ابری می باشد. در مونسون زمستانه (North East winter) با جریان های موسمی شمال شرقی اقیانوس هند دارای بادهای متوسط هوای خنک و آسمان صاف همراه است (Holemes and Weller, 2002). مونسون تابستانه از خرداد تا شهریور ماه (June – September) می باشد. از مهمترین ویژگی های این مونسون در طول سواحل عمانی این است که جریانات عمانی باعث می شوند که آبهای ساحلی غنی از نوترینت به آبهای دریایی انتقال داده شوند (Brink *et al.*, 1998)، (Yuing & Kindle, 1994). در هنگام مونسون تابستانه سرعت بادهایی که از ساحل جنوب غربی سومالی آغاز و در طول سواحل عمان ادامه دارند بیش از ۱۴ متر در هر ثانیه می باشد که تقریباً دو برابر سرعت باد مشاهده شده در هنگام مونسون زمستانه می باشد.

دوره های نسبتاً با آب و هوای آرام بین مونسون بهاری (Spring Inter Monsoon) و بین مونسون پاییزی (Fall Inter Monsoon) دوفصل مونسون تابستانه و زمستانه را از هم جدا می کند (Findlater, 1969). زمان پیش مونسون بهاری و پس مونسون پاییزی به ترتیب از اواسط اسفند تا اردیبهشت و اواسط شهریور تا مهر می باشد. Weller و همکاران (۲۰۰۲) بیان کردند که در زمان پیش مونسون بهاری بادهای آرام، آسمان صاف و تشعشع خورشید بالاست اما در پاییز بادهای آرام تشعشع خورشید کمتر و هوا ابری تراست میکروارگانیزم ها درصد مهمی از بیومس زنده محیط های پلاژیک دریایی را تشکیل می دهند. جریانات مونسون باعث ایجاد پدیده فراچاهنده (upwelling) در منطقه شمال غربی اقیانوس هند شده و در نتیجه میزان مواد مغذی را در قسمت های سطحی افزایش می دهد. در ماه های بعد از مونسون به علت آرام شدن دریا و نیز وجود مواد مغذی و درجه حرارت مناسب، شرایط زیستی برای موجودات مختلف فراهم بوده و در نتیجه در فصل پاییز و زمستان میزان تولید این مناطق افزایش می یابد.

طی ایجاد بادهای موسمی شمال شرقی، جریان آب از شرق به غرب به سمت شمال استوا در جریان بوده و این جریان از نیمه دوم آبان شروع شده و در ماه های بهمن و اسفند به حداکثر شدت خود می رسد و در فروردین ماه فروکش می کند (Currie *et al.*, 1973)

در نیمه دوم آبان ماه تا نیمه دی ماه شاخه قویتری از جریان استوایی به سمت شمال، در طول سواحل غربی کشور هند حرکت می کند و آبهایی با درجه شوری کمتر را از خلیج بنگال به نواحی شرق دریای عمان حمل می کند (Gross, 1977).

بررسی سوابق و اطلاعات موجود نشان می دهد که بیشتر مطالعات انجام شده در آبهای محدوده ایرانی دریای عمان یا در مناطق محدود مثل خورها ویا در دوره های زمانی مشخص و با اهداف خاص صورت

گرفته است. لذا با توجه به شرایط مذکور، انجام بررسی و مطالعات مستمر در زمینه شرایط زیست محیطی در محدوده آبهای ایران (نیمه شمالی دریای عمان) جهت تعیین نوسانات زمانی و مکانی پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و سایر عوامل زیستی و غیر زیستی این پهنه آبی جنوب شرقی کشور در نهایت به کارگیری نتایج حاصله در ارزیابی وضعیت ذخایر شیلاتی، اعمال مدیریت در بهره برداری بهینه از ذخایر و هم چنین رد یابی آثار سوء ناشی از انواع آلاینده ها بر این اکوسیستم مهم آبی به عنوان امری کاملاً ضروری و اساسی بوده و به همین جهت پس از به اتمام رسیدن طرح جامع هیدروبیولوژی خلیج فارس، مقرر گردید طرح بررسی جامع هیدروبیولوژی دریای عمان نیز در دستور کار قرار گیرد بنابر این در همین راستا در بخش اکولوژی پژوهشگاه بندر عباس، طرح بررسی جامع هیدروبیولوژی دریای عمان با هدف شناخت از وضعیت موجود اکوسیستم نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز در محدوده آبهای جمهوری اسلامی ایران از طریق:

۱- تعیین روند تغییرات عمودی و افقی عوامل فیزیکی، شیمیایی و مواد مغذی مناطق مورد نظر و نوسانات زمانی و مکانی آنها در در قبل و بعد از مونسون

۲- تعیین فراوانی و پراکنش پلانکتون ها (اعم از فیتو، زئو، و ایکتیو) و روند تغییرات زمانی و مکانی آنها در در قبل و بعد از مونسون

۳- تعیین فراوانی، پراکنش و بیوماس ماکروبتوزهای دریای عمان و روند تغییرات زمانی و مکانی آنها در در قبل و بعد از مونسون

۴- تعیین وضعیت آلاینده های آلی و معدنی آب و رسوبات مناطق ساحلی دریای عمان
تدوین و از نیمه دوم سال ۱۳۸۵ مورد بررسی قرار گرفت.

در این تحقیق محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز در دو دوره پیش و پس مونسون سالهای ۸۶ و ۸۸ مورد بررسی قرار گرفت. این مطالعه بر اساس فرضیه افزایش غلظت مواد مغذی، تراکم جمعیت پلانکتونی و تراکم جوامع بنتیک (ماکروبتوزها) در پس مونسون نسبت به پیش مونسون، همچنین تاثیر مونسون تابستانه بر نوسانات عوامل محیطی از قبیل پارامترهای فیزیکوشیمیایی و آلاینده ها از نظر زمانی و مکانی طراحی و اجرا گردید.

۱-۱- مروری بر منابع:

تا کنون مطالعات متعددی در خصوص شرایط محیطی مناطق مختلف خلیج فارس، تنگه هرمز و حتی نیمه جنوبی دریای عمان توسط محققین داخلی و خارجی انجام شده است که از جمله این بررسی ها می توان به ابراهیمی (۱۳۸۴)، محبی نوذر (۱۳۷۷)، نیکویان (۱۳۸۴) و (El-Gindy and Dorgham, 1992)، (FAO)

1981) و (VODAMA and DUELA, 1989) اشاره نمود، بعلاوه مطالعاتی نیز در قالب برنامه‌های منطقه‌ای و بین المللی در این حوزه های جنوبی کشور به عمل آمده که مهمترین آنها گشت‌های دریایی برنامه منطقه‌ای حفاظت از محیط زیست دریایی (ROPME) می‌باشد که آخرین گشت دریایی آن در زمستان ۱۳۸۴ در دریای عمان و خلیج فارس به انجام رسیده اما نتایج گشت هنوز منتشر نشده است در صورتیکه در نواحی نیمه شمالی دریای عمان، اولاً تاکنون مطالعات جامع و مدونی صورت نگرفته است و ثانیاً مطالعات پراکنده‌ای نیز که به انجام رسیده، در مناطق محدود (مثل خورها و خلیج‌ها) و در زمان خاص بوده به همین جهت نمی‌توان نتایج آنها را به کل دریای عمان تعمیم داد. با این حال به برخی از آنها اشاره می‌گردد. زارعی در گزارش خود اظهار داشته که نوسانات دمایی آب در دریای عمان، به دلیل عمق زیاد و ارتباط با اقیانوس هند نسبت به خلیج فارس کمتر می‌باشد (حدوداً "بین ۱۹/۸ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد) در صورتیکه نوسانات دمایی لایه‌های سطحی خلیج فارس را بین ۱۲/۳ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد و شوری آن را بین ۳۷ تا ۵۰ ppt گزارش نموده است. همچنین ایشان در مطالعات خود در خلیج گواتر در پس مونسون شاهد افزایش فراوانی زیتوده موجودات مختلف بوده و این فصل را به عنوان زمان اوج تولید بیولوژیک در خلیج گواتر عنوان کرده، علاوه بر آن بیشترین فراوانی را در فصل زمستان (پس مونسون) و کمترین فراوانی را در زمان پیش مونسون مشاهده و گزارش نموده است کرد (زارعی، ۱۳۷۳). به طور کلی از نظر تولیدات اولیه دریای عمان آبی به علت وجود آبهای فراچاهنده (upwelling) در خلال مونسون تابستانه نسبت به خلیج فارس غنی تر می‌باشد.

نتایج مطالعات به عمل آمده در مناطق جنوبی دریای عمان نشان داده است که غلظت کلروفیل a در لایه‌های سطحی بین صفر تا ۲/۵ میلی گرم در متر مکعب در نوسان بوده و از نظر روند تغییرات عمودی، بیشترین پراکنش آن در لایه‌های عمقی ۱۰ تا ۲۰ متری می‌باشد (Al-Hashmi et al., 2010). دامنه تغییرات کلروفیل -a در لایه‌های سطحی دریای عرب (محدوده مناطق شرقی دریای عمان) در فصول مختلف بین ۰/۱ تا ۱/۲ میلی گرم در متر مکعب گزارش گردیده، مضاف بر اینکه بیشترین پراکنش آن در این مناطق نیز در لایه‌های عمقی بین ۱۰ تا ۴۰ به ثبت رسیده است (Wiggert et al., 2002). همچنین نتایج مطالعات انجام شده در خلیج فارس نیز نشان داده است که میانگین توزیع عمودی کلروفیل a در تمامی فصول سال در لایه‌های میانی و فوقانی این حوزه آبی بیشتر از لایه‌های عمقی و حتی لایه‌های سطحی بوده بطوریکه بیشترین مقدار آن در فصول نیمه اول سال تقریباً در لایه‌های عمقی ۲۰ تا ۴۰ متری و در نیمه دوم سال در لایه‌های حدوداً تا ۲۰ متری می‌باشد (نیکویان و همکاران، ۱۳۸۴)، نتایج مطالعاتی که در محدوده آبهای استان

هرمزگان نیز به عمل آمده نشان داده است که مقدار کلروفیل a در لایه‌های فوقانی بیشتر از لایه‌های عمقی و حتی در لایه‌های سطحی می‌باشد (ابراهیمی، ۱۳۷۶؛ محبی، ۱۳۷۳).

اولین گزارش از بررسی پلانکتونها در محدوده خلیج فارس و چندین محل در دریای عمان مربوط به Grice&Gibson, 1978 بوده که تحقیقات آنها وجود ۱۰۰ گونه از پلانکتون گیاهی با دامنه تغییرات ۲۰۰-۴۲۰۰ سلول/لیتر که دیاتومه‌ها از بالاترین تنوع و ککولیتوفرها بالاترین تعداد داشتند. بیوماس پلانکتون جانوری حجم بالاتری در دریای عمان نسبت به خلیج فارس نشان داده است بالاترین تراکم در سطح و با افزایش عمق تعداد کاهش دیده شده بود. کوپه پودا از زئوپلانکتون‌ها فراوانترین و سپس استراکودا، دولیولید، کلادوسرا و گتوکناتات قرار دارند و همچنین بررسیهای مقطعی توسط Dorgham & Mofthah در سپتامبر ۱۹۸۶ انجام و گزارش آن در سال ۱۹۸۹ منتشر گردید و نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که در ناحیه خلیج فارس جمعیت پلانکتون گیاهی از تنوع بیشتری نسبت به دریای عمان برخوردار است بطور که در خلیج فارس ۲۹۹ گونه و در دریای عمان ۱۴۶ گونه گزارش شد. در خلیج فارس تعداد دیاتومه‌ها (۱۷۵ تاکسا) بطور مشخصی بیش از دینوفلاژله‌ها (۱۲۴ تاکسا) بوده است. در دریای عمان ۵۴ دیاتومه و ۱۹۲ دینوفلاژله توسط این دو محقق گزارش شد. گزارش Jacob & AL-Muzaini, 1995 در منطقه رانیز میتوان نام برد. نتایج مطالعه (Abdul Azis, Al-Tisan et al. 2003) حاکی از حضور بیش از ۷۵ جنس و گونه از پلانکتون جانوری که کوپه پودا به همراه ناپلیوس غالبترین بوده، میباشد. همچنین تحقیق Al-Harbi, s, m, 2005 در منطقه ROPME، اکولوژی فیتو پلانکتونها بین تنگه هرمز و دریای عرب توسط (Subba Rao, D, V & AL- Yamani, F 1998)، را میتوان نام برد. فراوانی فصلی و پراکنش پلانکتون گیاهی در ال جوبال توسط Abdul Chandy, J, et al., 1991، بررسی کلروفیل و پلانکتون در ابهای ساحلی عربستان سعودی توسط Abdul Aziz, P. K., et al., 2003 تحقیق Habashi, B. B et al 1991، در منطقه راپمی، ارتباط بین پلانکتون گیاهی و برخی فاکتورهای فیزیکی-شیمیایی در خلیج فارس و خلیج عمان توسط El- Gindy, A. A. H & Dorgham, M. M., 1992، مطالعه AL-Yamani, F., et al., 2006 در کویت، ترکیب و تغییرات فصلی پلانکتون گیاهی در دریای عرب توسط Sawnt, S & Madupratap, M., 1996 در طی سه فصل بین مونسون، زمستان و تابستان انجام شد و تراکم جمعیت پلانکتون گیاهی در طی زمستان و تابستان بالا بوده و در بین مونسون کمتر بوده است دیاتومه‌ها با ۸۶٪، سیانوفیسه‌ها با ۷٪ و دینوفلاژله‌ها با ۶٪ فراوانی مشخص گردیدند. اندازه گیری کلروفیا آ و پلانکتون گیاهی در دوره مونسون در خلیج عمان توسط (Al-Azri, Piontkovski et al. 2010)، بررسی دینوفلاژله‌ها در سواحل جنوب شرقی ایران توسط (Attaran and Bloch 2007).

بررسی کوبه پودا در آبهای ساحلی پاکستان توسط Kazmi, Q., 2004. و توسط محققین ایرانی نیز در قالب طرح هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج فارس مطالعات متعددی در خصوص فراوانی و پراکنش پلانکتون ها در آبهای ایرانی خلیج فارس و تنگه هرمز صورت گرفته است که می توان به موارد زیر اشاره نمود:

فلاحی و همکاران (۱۳۸۲) تنوع زیستی فیتوپلانکتونها در حوزه ایرانی خلیج فارس، بررسی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج فارس (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۴، ۱۳۸۶)، بررسی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج گواتر (زارعی، ۱۳۷۳) و هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج چابهار (حقیقی و همکاران، ۱۳۷۵)، بررسی زئوپلانکتونها دریای عمان در دوره پیش و پس مونسون (سنجرانی، ۱۳۸۸) و بررسی تغییرات فصلی کوبه پودا در دریای عمان (Fazeli, N et al., 2010) انجام شد. در خصوص بررسی ایکتیوپلانکتونها در دریای عمان نیز مطالعاتی صورت گرفته، فراوانی و تعیین تنوع ایکتیوپلانکتونهای خور و خلیج گواتر (ربانی ها و همکاران، ۱۳۸۴) و شناسایی، فراوانی و تعیین تنوع ایکتیوپلانکتونهای خلیج گواتر در دوره بین مونسونی (سنجرانی، ۱۳۸۵). در دریای عمان به دلایل مختلفی از قبیل هم مرز بودن آن با اقیانوس هند و برخورداری از اعماق نسبتاً بالا، کمبود امکانات و تجهیزات پیشرفته اقیانوس نگاری، دشوار بودن اجرای گشتهای دریایی و عملیات نمونه برداری از اعماق مختلف آن، هزینه بر بودن اجرای گشتهای تحقیقاتی، عدم دسترسی به شناور تحقیقاتی مناسب، مطالعات مدونی در آبهای ایرانی در خصوص پلانکتون ها صورت نگرفته است. با توجه به حائز اهمیت بودن این پهنه آبی و متفاوت بودن شرایط آن با خلیج فارس به جهت بادهای مونسونی نیاز به مطالعات جامع و بررسی های جداگانه ای وجود دارد. مطالعات انجام شده نشان داده است علی رغم اینکه آبهای خلیج فارس و دریای عمان پیوسته توسط جریانهای مختلف دریایی از طریق تنگه هرمز در حال تبادل می باشند، اما با این حال این دو حوضه آبی از دیدگاههای مختلف بوم شناسی به عنوان دو اکوسیستم متفاوت محسوب گشته و بطور کلی شرایط و خصوصیات آنها از قبیل عمق، دما، شوری و میزان مواد مغذی (Nutrients) با یکدیگر متفاوت می باشند. همچنین ترکیب فیتوپلانکتونی خلیج فارس و دریای عمان متفاوت می باشد (Dorgham & Moftah, 1989).

مطالعات انجام شده در ارتباط با بی مهرگان کفزی در دریای عمان بیشتر محدود به دریای عربی و بخش شیمی و فیزیک آن بوده و یا به مطالعات موردی و دانشجویی مربوط می شود. به هر حال Lisa A Levin در سال ۲۰۰۰ با تحقیق در مرزهای دریای عمان در بخش شمال غرب دریای عربی در اعماق بین ۴۰۰ تا ۳۴۰۰ متر که بر اساس تراکم، توده زنده، اندازه بدن، تنوع و ارتباط آن ها با شرایط محیطی مورد بررسی قرار داده و گزارش نمود که منطقه حداقل اکسیژن (Oxygen Minimum Zoon) یا اصطلاحاً لایه OMZ (۱۰۰۰ - ۴۰۰ متر) بوسیله اجتماعات پرتاران با تراکم ۱۹۱۸۳ - ۵۸۱۸ گروه غالب اجتماعات بنتیک را تشکیل

می دهند. نرم تنان و بیشتر سخت پوستان فون غالب زیر لایه OMZ را تشکیل داده و تراکم و توده زنده در داخل این لایه در مقایسه با لایه های زیر آن افزایش داشته ولی اندازه بدن آنها تفاوت معنی داری نشان نمی دهد. بیشترین تراکم در اعماق ۷۰۰ و ۸۵۰ متر ممکن است مربوط به آستانه اکسیژن (۰.۱۵ تا ۰.۲ میلی لیتر بر لیتر) در این اعماق باشد. افزایش پوده خواران سطحی و حفارها در زیر لایه OMZ رخ داده و شاخص های تنوع زیستی کاهش و شاخص غالبیت افزایش می یابد.

S. Sokoll و همکاران در سال ۲۰۱۲ از دست رفتن نیتروژن طی فرایند دنیتریفیکاسیون را که تا به حال به لایه پلاژیک نسبت می دادند مربوط به لایه بنتیک عنوان نموده و اظهار داشته با ازدیاد عمق از شدت این پدیده کاسته شده و پدیده Anammox افزایش می یابد. همچنین Joydas, T.V در سال ۲۰۰۹ با مطالعه بر روی جوامع بنتیک در نواحی فلات قاره در دریای عربی پرتاران را با ۱۶۵ گونه متعلق به ۳۲ خانواده و توده زنده ۳.۷۷ میلی گرم و ۱.۳۶۷ عدد در متر مربع گروه غالب معرفی نمود. این مطالعه نشان داد که شاخص های تنوع زیستی با افزایش عمق افزایش یافته در صورتیکه از تراکم آن ها کاسته شده است و علت این کاهش را به کاهش درجه حرارت و کاهش میزان اکسیژن حلال نسبت داد. نیکویان در سال ۱۳۷۴ با بررسی بر میزان تولید ثانویه جوامع بنتیک در خلیج چابهار نتیجه گرفت که میزان تراکم و توده زنده این اجتماعات در زمان پیش از مونسون بیش از پس مونسون می باشد. ابراهیمی و همکاران نیز در سال ۱۳۸۴ با مطالعه بیولوژی و هیدروبیولوژی در خلیج فارس از تنگه هرمز تا آب های خوزستان تفاوت معنی داری را در تراکم اجتماعات ماکرو بنتیک با عمق مشاهده نمودند. کریمی در سال ۱۳۹۰ با بررسی بر پراکنش و تنوع پرتاران در سواحل ایرانی دریای عمان ۱۴۲ جنس متعلق به ۴۶ خانواده پرتار با ۱۹۰۰۰ عدد در متر مربع معرفی نمود. اصغری در سال ۱۳۹۰ نیز در سواحل دریای عمان با بررسی بر روی پراکنش نرم تنان ۱۱۶ جنس از ۴۶ خانواده معرفی نمود که شامل ۵۷ درصد دو کفه ای ها، ۳۷ درصد شکم پایان و ۶ درصد ناوپایان کل جمعیت نرم تنان را به خود اختصاص دادند.

در رابطه با آلودگی اکوسیستم های آبی جنوب کشور نیز تاکنون مطالعات متعددی به عمل آمده است، هر چند که بیشتر این مطالعات مربوط به پهنه آبی خلیج فارس بوده تا دریای عمان با این حال به بعضی از آنها اشاره می گردد. به طور کلی آلاینده ها از نظر موقعیت به دودسته منابع آلاینده ثابت (کانونی) و منابع آلاینده متحرک (غیر کانونی) تقسیم می شود. صنایع یکی از مهم ترین منابع آلاینده نوار ساحلی محسوب می شود. بر اساس تحقیق انجام شده توسط مرتضوی و همکاران در سال ۱۳۸۸، نام واحدهای صنعتی، نوع

آنها، شهرستان محل استقرار و فاصله آنها از دریا در نوار ساحلی جنوب کشور مشخص و وضعیت آنها از نظر میزان آلاینده های ورودی به دریا، نوع آلاینده ورودی به محیط و نحوه عملکرد سیستم های تصفیه موجود به چهار گروه A,B,C,D رتبه بندی شده اند. در این رتبه بندی، صنایعی که بیشترین آثار منفی زیست محیطی را داشته، در گروه A و کمترین آثار منفی را در گروه D طبقه بندی نموده اند. صنایع موجود در شهرهای ساحلی استان هرمزگان شامل پالایشگاه، صنایع فولاد، آلومینیم، مس و روی، سیمان، لنج سازی، تولید قطعات فایبرگلاس، کارخانه های تولید مواد غذایی، کنسرو ماهی، پودر ماهی، عمل آوری میگو، تولید یخ، سردخانه، کارگاه های تکثیر میگو، مزارع پرورش میگو و کارخانه های آب شیرین کن، تولید مخازن آب و نفت، انواع ظروف و کیسه های پلاستیکی، تیرچه بلوک و موزاییک هستند. ۲۱۵ واحد صنعتی در شهرستان های استان هرمزگان وجود دارد که نیمی از صنایع استان هرمزگان متعلق به شهرستان بندرعباس بوده و از این تعداد ۵ درصد واحدهای صنعتی استان هرمزگان، مربوط به شهرستان جاسک می باشد. در شهر میناب عمده فعالیت ها در زمینه کشاورزی و صنایع شیلات (کارگاه های تکثیر میگو و مزارع پرورش میگو) می باشد. مزارع پرورش میگو در طبقه بندی صنایع، جزء گروه A محسوب می شوند. اثرات زیست محیطی پساب های مزارع پرورش میگوی تیاب بر اکوسیستم ساحلی مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج حاصل موید اثراتی نظیر کاهش تنوع زیستی نوار ساحلی و افزایش معنی دار در غلظت نوترینت می باشد (مرتضوی، ۱۳۹۰)، (اکبرزاده، ۱۳۸۳) و (استگی، ۱۳۸۴).

صنایع موجود در شهرهای چابهار و کنارک شامل کارخانه های کنسرو ماهی، پودر ماهی، عمل آوری میگو، تولید یخ، سرخانه، کارگاه های تکثیر میگو، مزارع پرورش میگو و کارخانه های آب شیرین کن، کارگاه های تیرچه و بلوک و و لنج سازی هستند که غالباً در پیوند با دریا می باشند. از نظر وضعیت پساب حاصل از واحدهای صنعتی، غالباً این واحدها در شهر چابهار در گروه های B و C و کنارک در گروه B قرار گرفته اند (مرتضوی و همکاران، ۱۳۸۸).

منابعی که به عنوان آلاینده های بدون کانون مطرح بوده و در نتیجه حمل و نقل دریایی منجر به آلودگی دریاها می شوند، شامل تردد شناورها، سوانح دریایی، نشت نفت، آب توازن، مواد زاید، اسکراب کشتی ها (عملیات تعمیر و بازسازی شناورها)، عملیات لایروبی می باشد. با گسترش و توسعه حمل و نقل دریایی، آلاینده های ناشی از آن نیز افزایش یافته اند. حمل و نقل دریایی یکی از منابع مهم ورود نفت به دریا است. سالانه ۲۵ هزار شناور از تنگه هرمز عبور می کنند و ۶۰ درصد از یک بیلیون تن نفت جابجا شده در جهان را حمل می کند (UNEP 1999).

بررسی روند میزان نشت نفت به دریا طی ۴ دوره ۱۰ساله نشان داده است که میزان نشت نفت از ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۹ روندی نزولی داشته و موید توجه بیشتر به استانداردهای ایمنی توسط سازمان بین المللی دریانوردی و کشورهای عضو می باشد (www.itopf.com). مناطق ساحلی شرق استان هرمزگان منبع اصلی قاچاق گازوییل به کشورهای همسایه محسوب می شود و در حین تخلیه و بارگیری مقادیر زیادی گازوییل وارد آبهای ساحلی می شود. گرچه آمار دقیق میزان نقل و انتقال در دست نیست ولی بررسی های انجام شده موید وجود مقادیر بالای ترکیبات نفتی در رسوبات مناطق ساحلی تیب، سیریک، آذینی و جاسک می باشد. (معظمی ۱۳۸۹)، (نقوی ۱۳۹۰)، (قدوسی، ۱۳۹۰). همچنین بنابه اعلام سازمان بنادر و دریانوردی، تنگه هرمز یکی از مناطق پرخطر جنوب کشور محسوب شده و بیشتر سانحه دریایی در این منطقه به ثبت رسیده است.

در مطالعه ای که توسط مرتضوی در سال ۱۳۸۱ انجام شد، خوریات مهم خلیج فارس، شامل خورهای لافت و تیب در استان هرمزگان، شیف و دلوار در استان بوشهر و خور موسی در استان خوزستان از نظر آلودگی مورد بررسی قرار گرفته و نتایج حاصله نشان داده است که غلظت هیدروکربن های نفتی بین $17/5 - 15 \mu\text{g/l}$ برای خور لافت، $16 - 12 \mu\text{g/l}$ برای خور تیب و $12 - 2 \mu\text{g/l}$ برای خور موسی در نوسان بوده است. توزیع مکانی و ترکیب هیدروکربن های آروماتیک حلقوی و هیدروکربن های خطی در موجودات زنده و رسوبات ساحلی از چهار کشور اطراف خلیج (بحرین، قطر، امارات متحده عربی و عمان) توسط Tolosa و همکاران در سال ۲۰۰۵ بررسی شد. سطوح کل هیدروکربن های نفتی TPH، مخلوط حل نشده هیدروکربن های خطی و هیدروکربن های پلی آروماتیک حلقوی در رسوبات و موجودات زنده در مقایسه با مکان هایی در سراسر دنیا که به صورت مزمن با آلودگی نفتی در تماس بودند، نسبتاً پایین بود. تنها در مورد رسوبات جمع آوری شده نزدیک پالایشگاه نفت BAPCO در بحرین، حاوی غلظت های $779 \mu\text{g/g}$ کل هیدروکربن های نفتی معادل $6/6 \mu\text{g/g}$ مجموع کل PAHها، این منطقه را به عنوان نواحی که به طور مزمن با نفت آلوده شده اند دسته بندی کرد. (Tolosa et al., 2005) برخی شواهد آلودگی نفتی همچنین در رسوبات و دوکفه ای ها اطراف Akkah head و ابوظبی در امارات متحده عربی و نزدیک Mirbat در عمان مشهود بود. الگوهای آلودگی در رسوبات و موجودات زنده نشان داد که PAHها به جز غلظت های بالای PAH در رسوبات نزدیک پالایشگاه نفتی BAPCO، که غلظتهای قابل توجهی از تولیدات سوختی PAH سرطانزا را دارا می باشد، به طور عمده از منابع فسیلی منشأ گرفتند. (Tolosa et al., 2005)

۲- مواد و روش‌ها

۱-۲- منطقه مورد بررسی و ایستگاه‌های نمونه برداری

منطقه مورد بررسی تقریباً بیشتر آبهای محدوده جمهوری اسلامی ایران در بخش شمالی دریای عمان (از تنگه هرمز در استان هرمزگان تا نزدیکی خلیج گواتر در استان سیستان و بلوچستان) را شامل گردید. در این محدوده با اجرای یک گشت مقدماتی که در زمستان ۸۵ و با بکارگیری شناور فردوس ۱ به انجام رسید، تعداد ۱۰ ترانسکت عمود بر ساحل هر کدام به فاصله ۳۰ مایل دریایی از یکدیگر در نظر گرفته شد، سپس بر روی هر ترانسکت تعداد ۴ ایستگاه ثابت نمونه برداری تعیین گردید. ایستگاه‌های اول در اعماق تقریباً ۱۰ الی ۲۰ متری، ایستگاه‌های دوم در عمق ۱۰۰ متری و ایستگاه‌های سوم و چهارم به فاصله ۱۰ مایل از یکدیگر تعیین گردید. مشخصات ایستگاه‌های نمونه برداری شده در جدول ۱ ضمیمه و موقعیت مکانی آنها در شکل ۱ ارائه شده است. مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌ها توسط دستگاه GPS^۳ و عمق آنها توسط دستگاه اکوساندر مستقر در کشتی مشخص و ثبت گردید.

لازم به ذکر است، همان طور که در مقدمه اشاره گردید با توجه به اینکه پس از به اتمام رسیدن طرح هیدروبیولوژی خلیج فارس مقرر گردید که طرح مذکور در دریای عمان نیز اجرا شود، لذا طرح بررسی

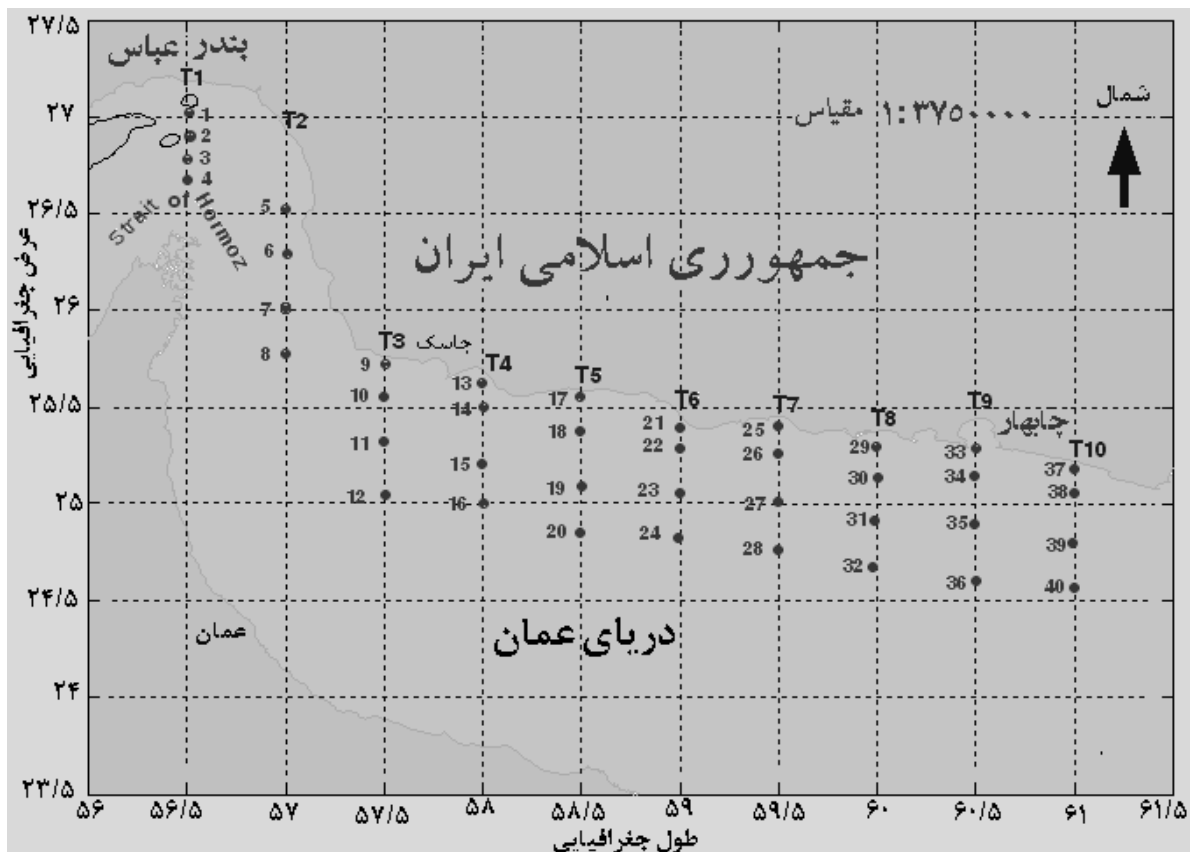
³ - Global Positioning system

هیدروبیولوژی دریای عمان نیز در همین راستا به اجرا درآمد، از طرفی با توجه به اینکه دریای عمان از نظر

عمق بسیار عمیق‌تر از خلیج فارس بوده به‌طوری‌که بیشترین عمق خلیج فارس ۱۰۰ متر بوده در صورتیکه

عمق دریای عمان در نیمه شرقی آن به بیش از ۳۰۰۰ متر می‌رسد لذا مقرر گردید که در دریای عمان نیز

تا عمق ۱۰۰ متری (که از نظر شیلاتی دارای اهمیت فراوانی است) نمونه برداری شود تا در صورت لزوم بتوان نتایج را در این دوپهنه آبی با یکدیگر مقایسه نمود، به همین جهت در این طرح نیز برای بررسی‌های عوامل زیستی (پلانکتون و بنتوز) و غیر زیستی (آلاینده‌ها و مواد مغذی) حد اکثر تا عمق ۱۰۰ متری نمونه برداری شد. اما در رابطه با پارامترهایی که با استفاده از دستگاه CTD مورد سنجش قرار می‌گرفتند، در صورت مساعد بودن شرایط جوی، دستگاه مذکور تا حد امکان به اعماق بیشتر از ۱۰۰ متر، ارسال می‌گردید تا بتوان در صورت امکان اطلاعات بیشتری از اعماق این پهنه آبی را، (که تاکنون کمتر مورد مطالعه قرار



گرفته) جمع‌آوری نمود. به بیان دیگر در بهار ۸۶ پروفیل عمودی پارامترهای فیزیکوشیمیایی تا عمق تقریباً ۱۴۰ متری و در پاییز ۸۶ تا عمق ۲۰۰ متری مورد سنجش قرار گرفت، اما برای دستیابی به نحوه تغییرات عمودی پارامترها در اعماق بیشتر از ۲۰۰ متر، از قبیل تشخیص جریان‌های دریایی دهانه خلیجی تنگه هرمز از طریق آنالیز پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب، دستگاه CTD در برخی از ایستگاه‌های نواحی شرقی تنگه هرمز تا اعماق ۵۰۰ الی ۷۰۰ متری عمق آب نیز ارسال گردید تا اینکه بتوان اطلاعات بیشتری را از اعماق دهانه خلیجی به دست آورد. شایان ذکر است که بررسی بیشتر از اعماق ۱۰۰ متری جزء اهداف طرح نبوده و این کار با توجه به علاقه فردی و جهت استفاده بهینه از امکانات موجود به عمل آمده است.

شکل ۱: موقعیت مکانی ایستگاههای نمونه برداری شده در نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز

۲-۲- سنجش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب

پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب از قبیل درجه حرارت، شوری، چگالی، اکسیژن محلول، pH، هدایت الکتریکی، شفافیت، سرعت صوت و کلروفیل a با استفاده از دستگاه CTD^۴ مدل Ocean Seven-316 (ساخت شرکت هیدرونت ایتالیا) در ستون آب اندازه گیری گردید، ضمناً کالیبراسیون دستگاه CTD قبل از هر دوره نمونه برداری با استفاده از محلولهای استاندارد مخصوص کالیبراسیون به انجام رسید، در تک تک ایستگاهها بلافاصله پس از خارج ساختن دستگاه از درون آب دریا و شستشو با آب شیرین، حافظه آن به رایانه متصل و کلیه دادههای خام از حافظه دستگاه به رایانه انتقال داده شد

برای نمونه برداری از لایه های مختلف (سطح، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ متری) ستون آب جهت سنجش غلظت مواد مغذی (Nutrients) از دستگاه نمونه بردار چندگانه آب (Multi water sampler- Rosette bottle) ساخت شرکت هیدروویوس آلمان استفاده گردید. نمونه های مربوط به هر چهار لایه عمقی که بطور همزمان توسط دستگاه به عرشه شناور انتقال می یافت بلافاصله با استفاده از پمپ خلاء و کاغذهای میلی پور (Millipor filtration paper) با قطر ۰/۴۵ میکرون فیلتر و سپس در بطری های شیشه ای و پلی اتیلنی جمع آوری و به سردخانه کشتی منتقل می گردید، در خاتمه گشت دریایی کلیه نمونه ها به آزمایشگاه پژوهشگاه اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان انتقال و سپس مورد سنجش قرار گرفت. برای اندازه گیری غلظت مواد مغذی از روش رنگ سنجی و با استفاده از اسپکتروفتومتر (CECIL) مدل ۳۰۴۱ استفاده گردید. روش کار سنجش غلظت نوترینتها بر اساس دستور العمل MOOPAM, 1999 استخراج و مورد آنالیز قرار گرفت.

۲-۳- رسم نمودارها و تحلیل آماری داده های فیزیکی و شیمیایی

پس از اتمام عملیات نمونه برداری، داده های خام با استفاده از نرم افزار Hyper Terminal از حافظه دستگاه CTD به رایانه انتقال داده شد و پس از اصلاحات لازم، نمودارهای مربوط به پروفیل های عمودی، مقاطع عرضی و خطوط همتراز افقی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی با استفاده از نرم افزارهای Excel و Matlab تهیه و ترسیم گردید. آنالیز آماری داده ها با استفاده از نرم افزار Spss مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

۲-۴- فیتوپلانکتون

نمونه برداری از فیتوپلانکتونها همزمان با نمونه برداری از مواد مغذی و با استفاده از دستگاه نمونه بردار چند منظوره آب (Multi water sampler- Rosette bottle) ساخت شرکت هیدروویوس آلمان به انجام

^۴ - C.T.D= Conductivity , Temperature , Depth

رسید. در تمامی ایستگاه‌ها (به جز ایستگاه‌های اول هر ترانسکت که عمق کمتری داشتند) نمونه برداری از ستون آب و از چهار لایه عمقی (۵، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر) و از هر لایه ۴ لیتر آب (با ۲ تکرار) نمونه برداری شد. نمونه‌ها در ظروف پلی اتیلنی جمع آوری و با محلول لوگل تثبیت و در پایان گشت دریایی به آزمایشگاه پژوهشکده بندر عباس انتقال داده شد. لازم به ذکر است که عملیات نمونه برداری در سال ۸۶، از چهل ایستگاه و از چهار لایه عمقی (یعنی لایه سطحی، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ متری) اما در سال ۸۸ از سی ایستگاه و از سه لایه عمقی (یعنی لایه سطحی، ۲۵ و ۵۰ متری) به انجام رسید.

روش نمونه برداری از فیتوپلانکتون‌ها بر اساس (Standard Method, 2005)، (Abhijit, *etal.*, 2006)

، (Hotzel, G. and R. Croome, 1999)، (Sourina, 1987) و (Parson, *etal.*, 1984) انجام شد.

برای شمارش فیتوپلانکتون‌ها، ابتدا نمونه‌ها در محیط آزمایشگاه به مدت ۱۰ روز به حال سکون نگهداری گردید تا کاملاً رسوب نمایند، سپس آب رویی آنها با استفاده از سیفون تخلیه گردید، سپس محتویات باقیمانده هر ظرف را به خوبی همگن نموده و از هر کدام از نمونه‌ها سه برداشت یک میلی لیتری بعمل آورده و با استفاده از لام سدو یک رافتر شمارش گردید. شناسایی پلانکتون‌های گیاهی با بکارگیری میکروسکوپ اینورت و کتاب‌های شناسایی (Hasle, 1997)، (Horner, 2002)، (Wendy, 1999) و (Abhijit, *etal.*, 2006) مورد شناسایی قرار گرفت و در نهایت تراکم به صورت سلول در لیتر گزارش شد.

۲-۵- زئوپلانکتون

نمونه برداری از پلانکتون‌های جانوری توسط تور کمرشکن (Closeing Net) ساخت شرکت هیدروبیوس آلمان با قطر چشمه ۱۰۰ میکرون مجهز به فلومتر به انجام رسید. در تمامی ایستگاه‌ها (به جز ایستگاه‌های اول هر ترانسکت که عمق کمتری داشتند) از دو لایه عمقی (سطح تا ۲۵ و ۲۵ تا ۵۰ متر) و به صورت کشش عمودی (از عمق به سطح) به عمل آمد. نمونه‌ها با فرمالین ۵٪ تثبیت و در پایان گشت دریایی به آزمایشگاه مرکز تحقیقات آب‌های دور (چابهار) انتقال داده شد. روش نمونه برداری از پلانکتون‌های جانوری بر اساس (Harris, 2000) و (Omori, 1984) به انجام رسید.

برای شمارش و شناسایی پلانکتون‌های جانوری ابتدا محتویات هر ظرف نمونه، به خوبی همگن گردید و از هر کدام از آنها، سه برداشت یک میلی لیتری بعمل آمد، سپس شمارش و شناسایی آنها با بکارگیری میکروسکوپ اینورت انجام شد و با در نظر گرفتن میانگین ۳ بار شمارش و میزان آب فیلتر شده و حجم نمونه مورد بررسی تراکم در لیتر محاسبه گردید. روش بررسی بر اساس (Omori, 1984) به انجام رسید

۲-۶- ایکتیوپلانکتون

نمونه برداری از ایکتیوپلانکتون‌ها با استفاده از تور Bongo Net ساخت شرکت هیدروبیوس آلمان با قطر چشمه صد میکرون و به صورت کششی با زاویه ۴۵ درجه به انجام رسید. روش نمونه برداری از ایکتیوپلانکتون‌ها بر اساس (Houde *et al.*, 1986) به انجام رسید. نمونه‌ها با فرمالین ۵٪ تثبیت و در پایان گشت دریایی به آزمایشگاه پژوهشکده بندر عباس انتقال داده شد. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه با الکترون ۶۳ میکرون و آب مقطر مورد شستشوی قرار گرفته و سپس بوسیله استریومیکروسکوپ، لاروهایان از مابقی گروه‌های جانوری جدا سازی گردید. نمونه‌های مشابه تحت یک کد و شماره خاص نامگذاری و سپس با استفاده از روش Balon, 1985 و رنگ مخصوص بافت‌های غضروفی رنگ آمیزی و در گلیسرین نگهداری گردید. ابتدا لاروها در هر ایستگاه با توجه به تفاوت‌های ظاهری، جدا سازی و در نهایت با استفاده از کتاب‌های شناسایی، شناسایی آنها در حد خانواده صورت گرفت. بررسیهای آزمایشگاهی و شناسایی ایکتیوپلانکتون‌ها بر اساس منابع (Hude, *et al.*, 1986)، (Balone, 1985)، (Smith, *et al.*, 1977) و (Leise and Trasy, 1989) به انجام رسید.

۲-۷- بررسی آماری داده‌های پلانکتونی

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم افزار Spss که از آنالیز و اریانس یکطرفه جهت مشخص کردن اختلاف و برای اثبات فرض نرمالیتی (نرمال بودن) از آزمون کلموگروف اسمیرنوف استفاده شد از آنجا که نتیجه این آزمون دلالت بر نرمال بودن داده‌ها داشت ($P > 0.05$) بنابراین از آزمون پارامتریک استفاده گردید. برای تعیین شاخص‌های اکولوژیک از نرم افزار PRIMER 5 استفاده گردید.

۲-۸- نمونه برداری از رسوبات بستر و چگونگی شناسایی ماکروبن‌توزها

نمونه برداری از رسوبات بستر دریا جهت بررسی کیفی و کمی ماکروبن‌توزها با استفاده از رسوبگیر سطحی Van Veen grab با سطح مقطع ۰/۱ متر مربع به انجام رسید. در هر ایستگاه سه گرب مجزا از رسوبات بستر نمونه برداری گردیده و سپس محتویات هر سه گرب به تفکیک در درون یک الکترون به ابعاد ۵۰ × ۵۰ سانتی متر و با چشمه‌های به قطر ۰/۵ میلی متر تخلیه و بوسیله آب دریا شستشو داده شد. نمونه‌های شسته شده از درون الکترون به ظروف پلی اتیلنی انتقال و بوسیله رز بنگال رنگ آمیزی و با الکل ۹۵ درصد فیکس گردید. پس از اتمام نمونه برداری، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل گردیده و پس از اتمام شستشوی دوباره از طریق ظرف به ظرف کردن (Decantation) بوسیله میکروسکوپ استریو جدا سازی گردید و با استفاده از منابع موجود مورد شناسایی قرار گرفت (APEA, 2005).

۲-۹- دانه بندی رسوبات

تعیین دانه بندی رسوبات با روش هیدرومتری که بر اساس اختلاف دانسیته ذرات بنا شده است، صورت پذیرفت (Holme & McIntyre, 1984).

۲-۱۰- شاخص های تنوع

شاخص های شانون (H') و سیمپسون جهت تعیین تنوع گونه ای، غنای گونه ای (Richness) به منظور مقایسه تعداد کل گونه ها در بین جمعیت ماکروبتوزها و تراز زیستی (Evenness) برای تعیین فراوانی افراد گونه ها و نحوه توزیع این فراوانی (تنوع زیستی) در یک نمونه در قبل و بعد از مانسون محاسبه گردید.

- شاخص تنوع شانون (Shannon Index):

یکی از شاخص های تنوع که کاربرد وسیعی در مطالعات اکولوژیک دارد، شاخص شانون می باشد که مبتنی بر تئوری اطلاعات است و نشان دهنده متوسط درجه عدم اطمینان در برآورد و پیش بینی تعلق یک فرد انتخاب شده بصورت تصادفی، به یکی از گونه های تشکیل دهنده نمونه ای که دارای تعداد S گونه و تعداد کل افراد n می باشد. بنابراین هر چقدر تعداد گونه های تشکیل دهنده یک نمونه بیشتر باشد و همچنین هر چقدر توزیع فراوانی افراد در بین این گونه ها یکسان تر باشد میزان درجه عدم اطمینان بیشتر خواهد بود که تفسیر آن وجود تنوع بیشتر می باشد، بنابراین شانون در صورتی صفر است که تنها یک گونه در نمونه باشد و در صورتیکه تعداد گونه ها بیشتر و افراد تشکیل دهنده هر یک از نمونه ها نیز در نمونه تقریباً یکسان باشد، شانون حداکثر است (Ludwig & Reynolds, 1988).

- شاخص تنوع سیمسون (Simpson Index): این شاخص بعنوان اولین شاخص در بررسی های اکولوژیک مورد استفاده قرار گرفته است (Ludwig & Reynolds, 1988)

- شاخص های غنای جمعیت (Richness Index)

یکی از شاخص های مهم در خصوص توصیف وضعیت اجتماعات بنتیک شاخص غنای جمعیت می باشد که عبارتست از مقایسه تعداد کل گونه ها در اجتماع مورد بررسی. دو شاخص متداول غنای جمعیت شامل شاخص مارگالف (Margalef) و شاخص منهینیک (Menhinick) می باشند (Ludwig & Reynolds, 1988).

- شاخص تراز محیطی (Evenness Index)

این شاخص نشان دهنده میزان فراوانی افراد گونه ها و نحوه توزیع این فراوانی در یک نمونه می باشد. به این ترتیب که اگر توزیع فراوانی افراد گونه ها در نمونه یکسان باشد عدد شاخص تشابه حداکثر و هرچه توزیع تراکم و فراوانی افراد گونه ها بیشتر متغیر باشد درجه تشابه یا یکسانی پراکندگی افراد به حداقل خواهد رسید

به منظور انجام محاسبات، کلیه داده ها وارد سیستم نرم افزاری Excell گردید. جهت انجام محاسبات آماری کلیه داده ها وارد نرم افزار SPSS گردید.

۲-۱۱- نمونه برداری آلاینده ها

نمونه برداری از آب و رسوبات بستر جهت سنجش فلزات سنگین و ترکیبات آلی، هم‌زمان با نمونه برداری از سایر بخش‌ها (عوامل زیستی و غیر زیستی) صورت پذیرفت. نمونه برداری از آب با استفاده از نمونه بردار چند گانه (Multiwater sampler) و نمونه برداری از رسوبات با استفاده از رسوبگیر سطحی Vanveen Grab به انجام رسید. نمونه‌های آب مربوط به فلزات سنگین با اسید نیتریک اسیدی شده، و نمونه‌های مربوط به ترکیبات آلی به کمک مخلوط ۵۰+۵۰ از هگزان و دی کلرومتان استخراج و در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری و در پایان گشت دریایی جهت آنالیز دستگاهی به آزمایشگاه پژوهشگاه انتقال داده شد. نمونه های آبریان از صیدگاههای مناطق ساحلی جاسک، کوه مبارک و سیریک تهیه گردید.

به منظور دسترسی به اهداف طرح آب، رسوبات و برخی از آبریان (میگوی سفید هندی و ماهی کفشک تیزندان) جهت تعیین میزان آلودگی به ترکیبات چندحلقه ای آروماتیک (PAHs) شامل اولویت های مورد نظر EPA، میزان کل هیدروکربنهای نفتی (TPHs) و فلزات سنگین (نیکل، وانادیم، سرب، کادمیم، آهن، کروم، مس، جیوه) مورد سنجش قرار گرفتند.

۲-۱۲- آماده سازی و سنجش آلاینده های نفتی، فلزات سنگین و آبریان

تجزیه دستگاهی کل هیدروکربن های نفتی بوسیله دستگاه UVF مدل Hitachi 2500 و هیدروکربن های آروماتیک بوسیله GC-MS و مدل (Agilent, 6890N) و (Agilent 5973N) و فلزات سنگین با جذب اتمی (Atomic Absorption Spectrometry) مدل انجام گردید. آماده سازی و تجزیه دستگاهی تمامی نمونه ها بر اساس دستور العمل ارائه شده در مرجع (MOOPAM, 1999) و با سه بار تکرار انجام شد.

۲-۱۳- تجزیه و تحلیل داده های آلاینده ها

جهت تجزیه و تحلیل داده ها و نمودارها از نرم افزار اکسل واز آزمون T و آزمون همبستگی پیرسون (برای ارتباط بین عناصر) از نرم افزار آماری ۱۵ spss استفاده گردید. داده ها به صورت انحراف از معیار \pm میانگین (Mean \pm SD) با فاصله اطمینان ۹۵ درصد در نمودارها ارائه گردیده اند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- پارامترهای فیزیکوشیمیایی

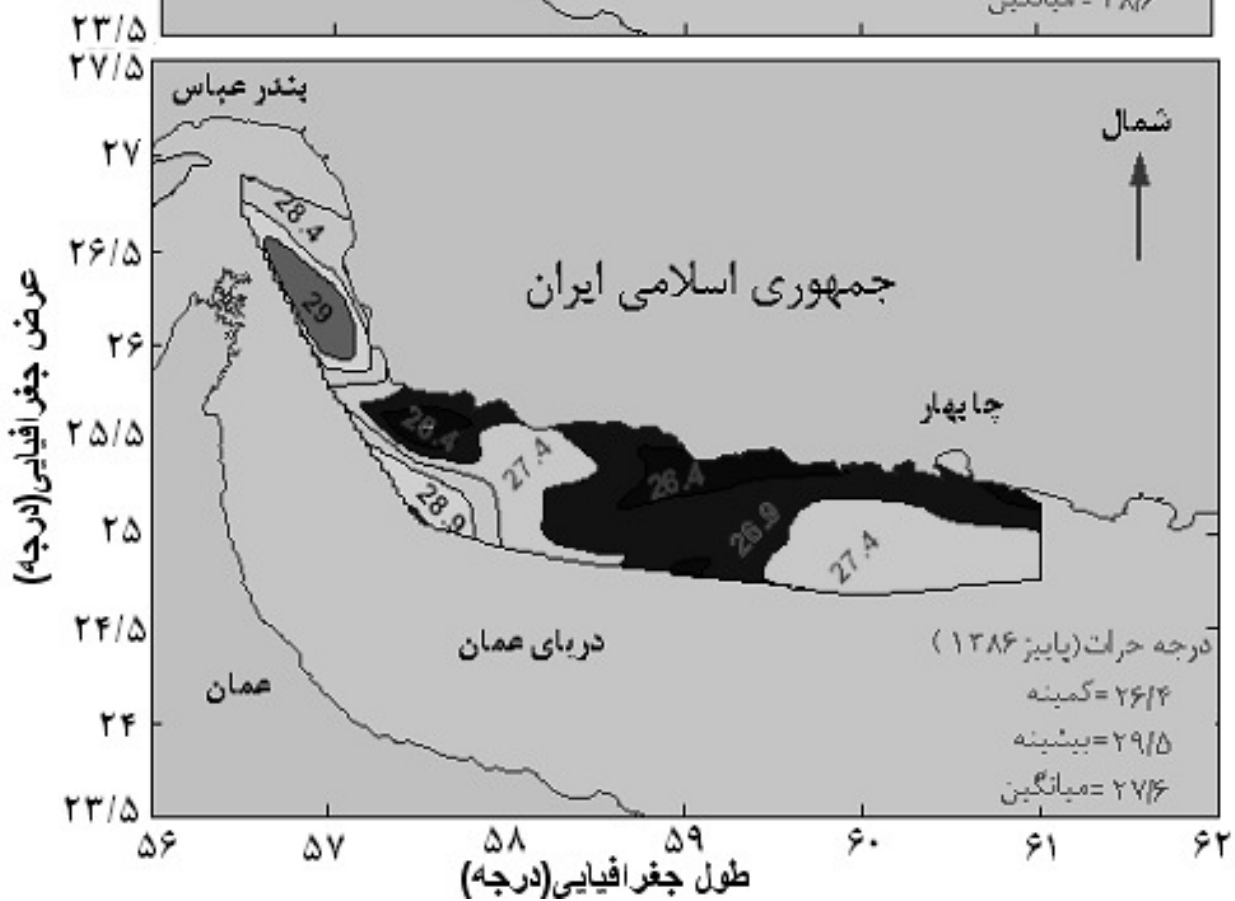
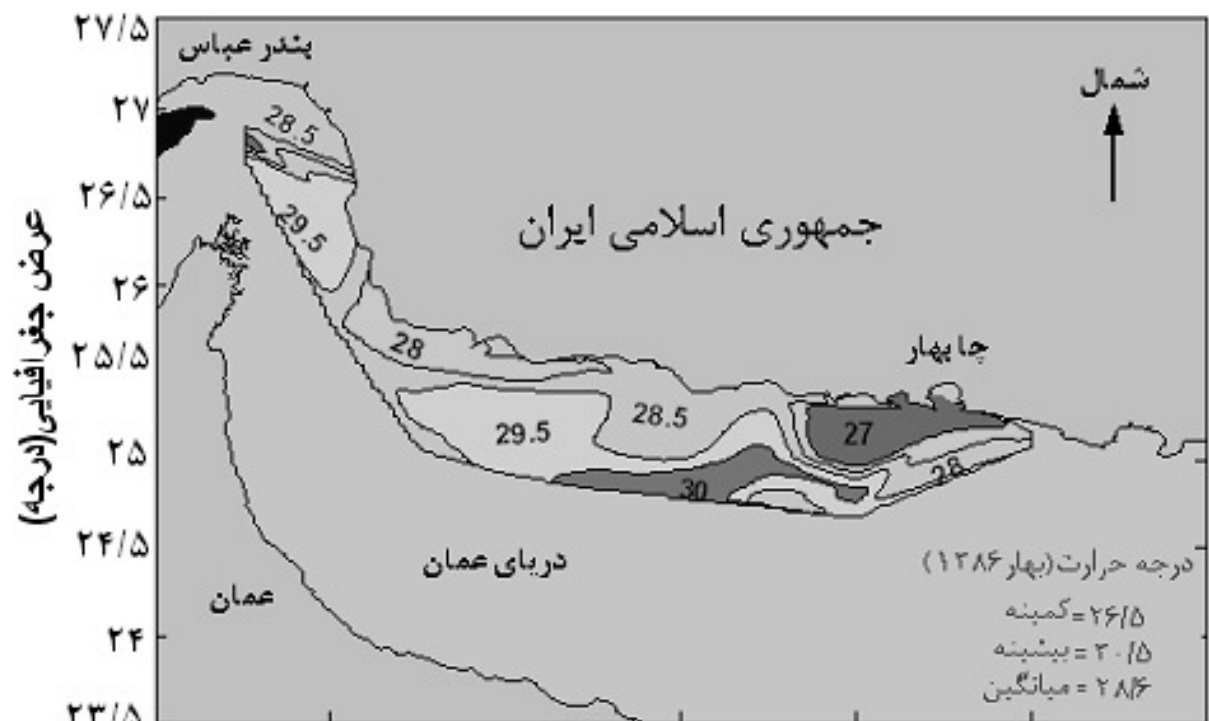
همان‌طور که در مواد و روش‌ها اشاره گردید، عملیات نمونه برداری طی سالهای ۸۶ و ۸۸ و در دو فصل بهار (قبل از مونسون) و پاییز (بعد از مونسون) صورت گرفت و تغییرات افقی، عمودی و نقشه پراکنندگی هر یک از پارامترها با استفاده از نرم افزارهای Excel و Matlab تهیه و ترسیم گردید. از آنجا که طرح حاضر شامل دو پروژه غیرزیستی (در رابطه با پارامترهای فیزیکوشیمیایی و آلاینده‌ها) و دو پروژه زیستی (در مورد پلانکتون‌ها و کفزیان) بوده که نتایج مربوط به هر کدام از آنها به تفصیل در پروژه‌های مربوطه بحث و ارائه گردیده، لذا در این بخش سعی شده است که به‌طور کلی در مورد جمع‌بندی مطالب هر کدام از آنها به اختصار اشاره گردد، که خلاصه یافته‌ها به شرح ذیل می‌باشد.

۳-۱-۱- دمای آب

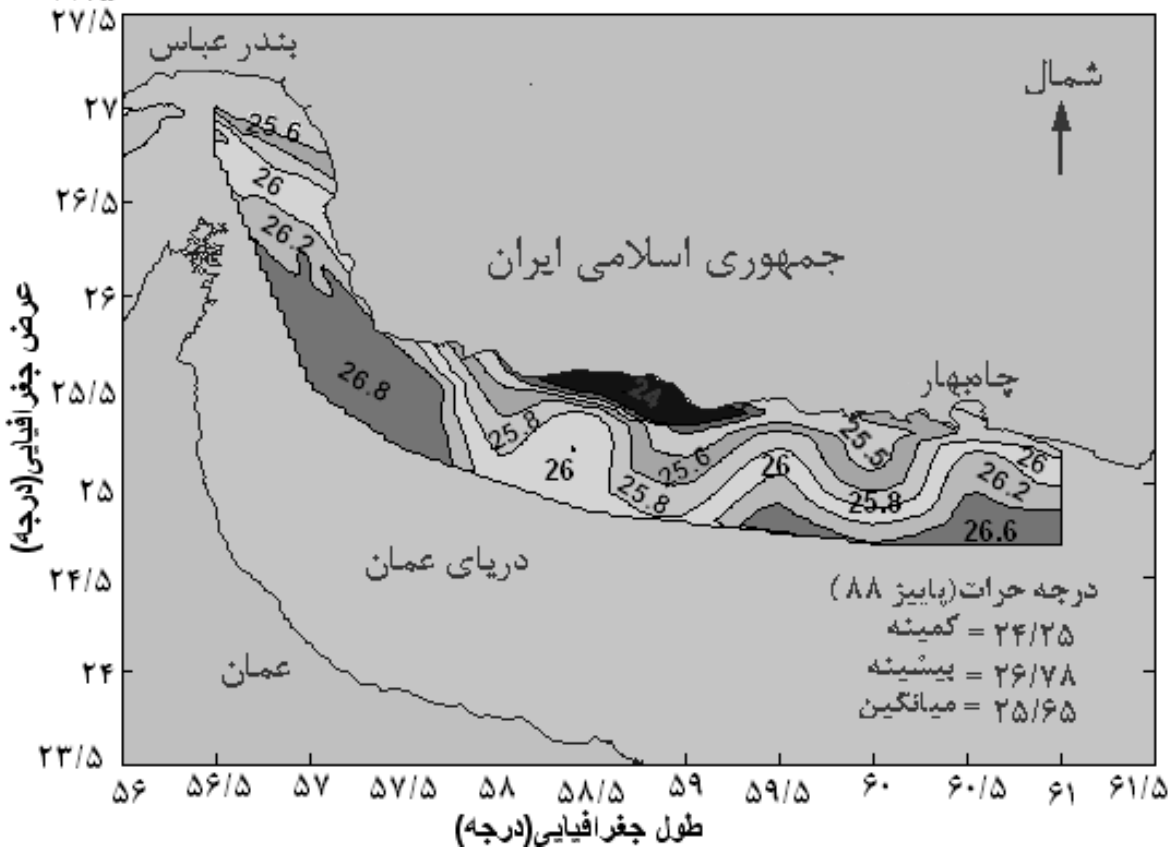
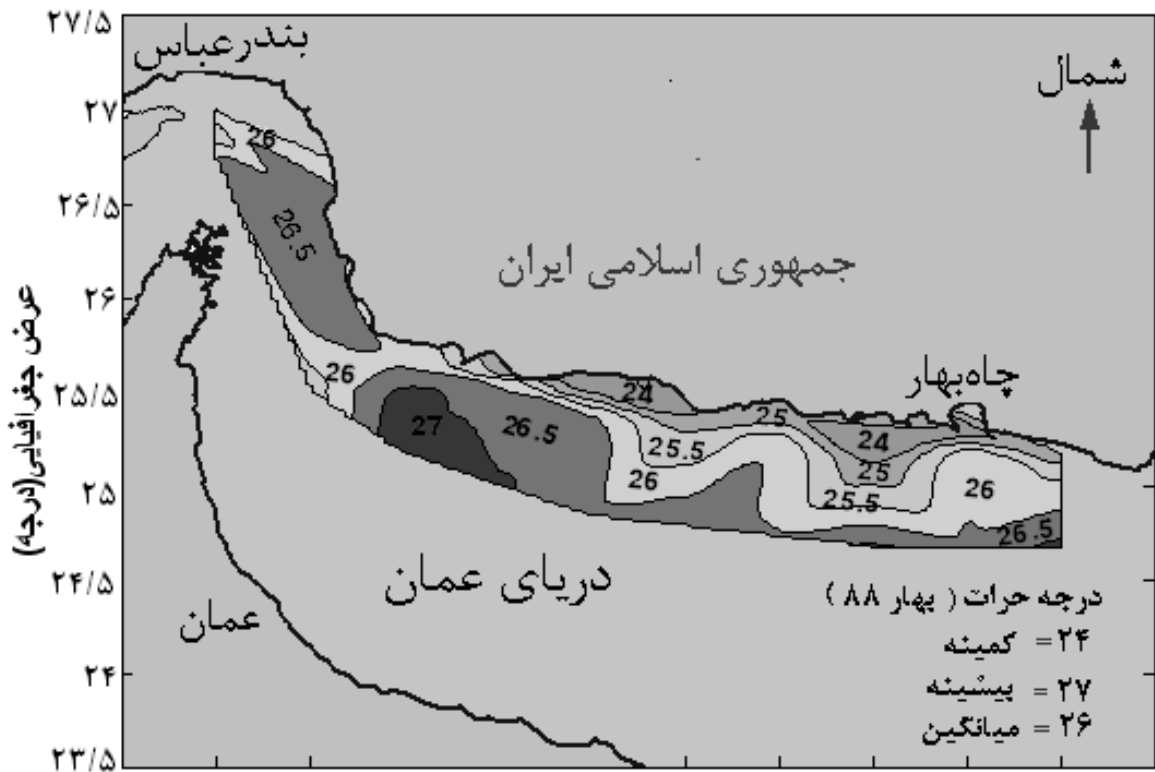
دما به عنوان مهمترین عامل محیطی بر سایر عوامل و نیز بر رفتار و پراکنش موجودات تاثیر گذار می‌باشد. در این تحقیق میانگین درجه حرارت لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان در سال ۸۸ به دلیل اختلاف زمان نمونه برداری، حدود ۲ درجه سانتی گراد کمتر از سال ۸۶ به دست آمد. شروع عملیات نمونه برداری در بهار ۸۶ از ۲۵ اردیبهشت ماه ولی در بهار ۸۸ از اول اردیبهشت ماه به انجام رسید (یعنی با ۲۵ روز اختلاف)، همچنین شروع نمونه برداری در پاییز ۸۶ از ۱۱ آبان ماه، اما در پاییز ۸۸ از ۱۰ آذر ماه (یعنی با ۳۰ روز تاخیر) به اجرا درآمد به همین دلیل این اختلاف زمانی تقریباً یک ماهه در عملیات نمونه برداری باعث گردید که میانگین دمای سطحی آب در مناطق مورد بررسی، هم در بهار و هم در پاییز سال ۸۸ حدود ۲ درجه سانتی گراد کمتر از سال ۸۶ به دست آید. به بیان دیگر، با در نظر گرفتن اینکه زمان شروع نمونه برداری در بهار ۸۸ نسبت به بهار ۸۶ حدود یک ماه زودتر (یعنی یک ماه به زمستان نزدیکتر) و در پاییز ۸۸ نیز یک ماه دیرتر از پاییز ۸۶ (یعنی با زهم یک ماه به زمستان نزدیکتر) بوده، لذا چه در بهار و چه در پاییز، میانگین دمای آب حدود ۲ درجه سانتی گراد کمتر از سال ۸۶ به دست آمده است (شکل‌های ۲ و ۳).

میانگین درجه حرارت لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان را در خرداد ماه ۲۹/۵ و در آبان ماه ۲۷/۹ درجه سانتی گراد گزارش شده است (ابراهیمی و صادقیان، ۱۳۷۵).

مطالعات سنجش ماهواره ای دمای سطحی کل دریای عمان را در ماه نوامبر بین ۲۹/۵ - ۲۷/۵ و طی ماههای دسامبر و فوریه بین ۲۶/۵ - ۲۵ درجه سانتی گراد گزارش نموده است (W. Aicken, 1999).



شکل ۲: میانگین تغییرات درجه حرارت آب (°C) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۸۶)



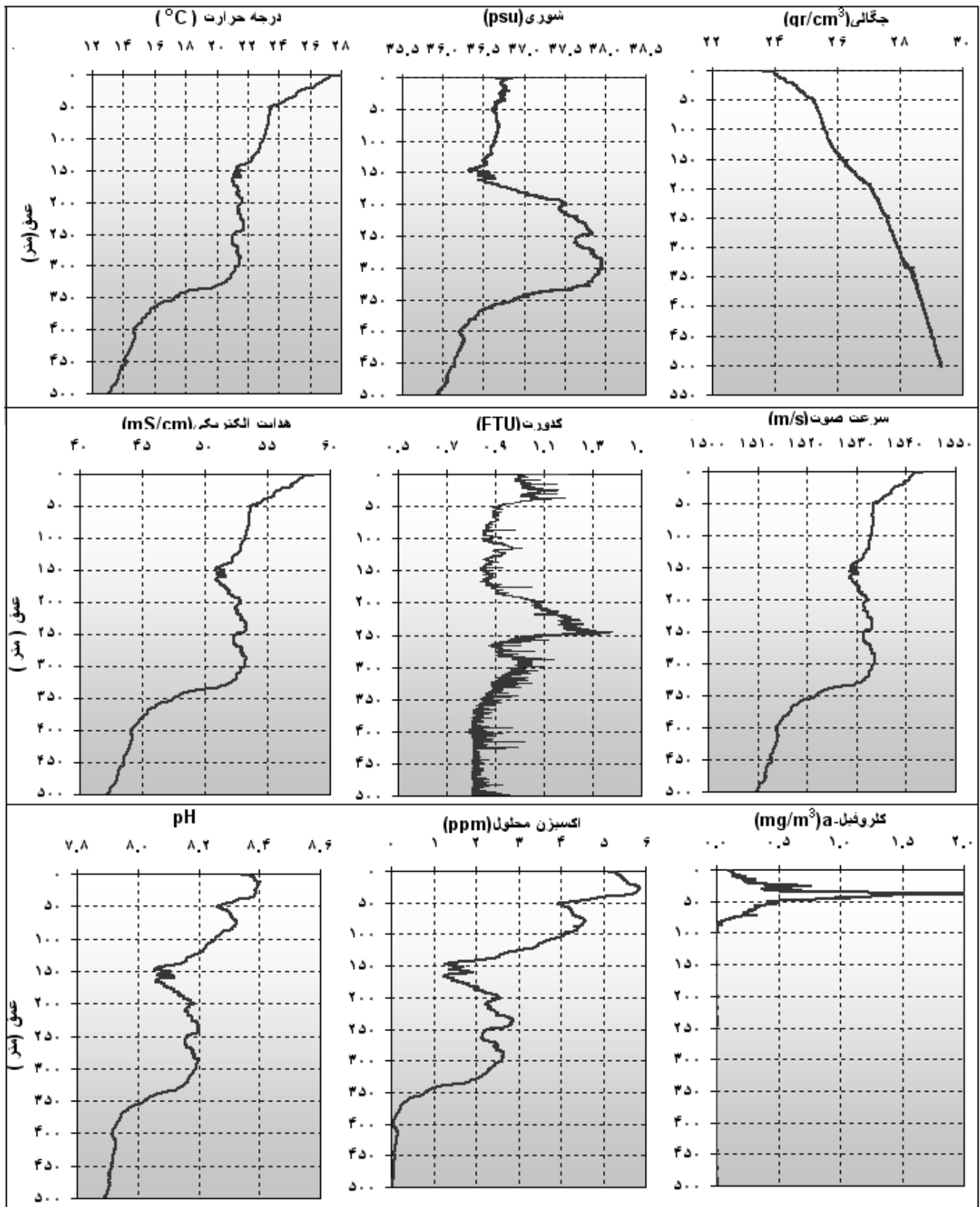
شکل ۳: میانگین تغییرات درجه حرارت آب (°C) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۱۳۸۸)

تحقیق پیرامون ساختار عمودی درجه حرارت آب در دریای عمان نشان داد که تغییرات دمایی در نیمه شمال شرقی دریای عمان از سطح به عمق کاهش می یابد اما در نیمه شمال غربی دریای عمان به نحوی است که میزان آن از سطح تا عمق حدود ۱۵۰ متری کاهش یافته و از عمق ۱۵۰ تا حدود ۳۵۰ متری مقداری افزایش نشان داده و دوباره از عمق ۳۵۰ متر به پایین از مقدار آن کاسته می شود. علت این امر به دلیل تاثیر آبهای خروجی نسبتاً گرم خلیج فارس می باشد که از طریق لایه های عمقی تنگه هرمز به دریای عمان جریان یافته و بدنه آبی نواحی نیمه شمال غربی دریای عمان را که در مسیر این جریان قرار داشته تحت تاثیر قرار می دهد (شکلهای ۴ تا ۶).

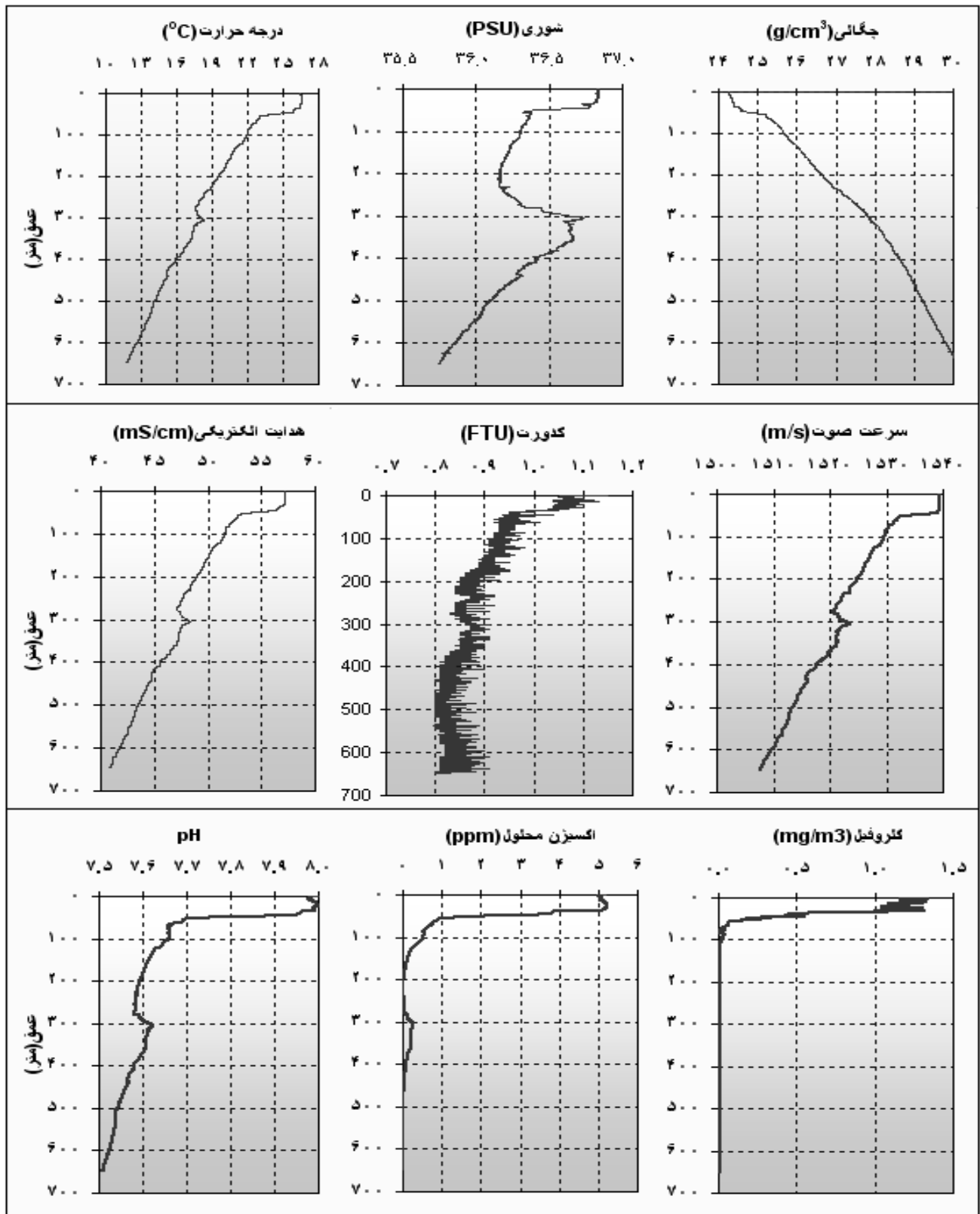
نتایج مطالعات انجام شده در نواحی جنوبی دریای عمان، میانگین دمای لایه های سطحی این نواحی را در تابستان در حدود ۳۳ و در زمستان ۲۱/۵ درجه سانتی گراد گزارش نموده و نشان داده است که مقدار دمای آب از سطح به عمق کاهش یافته بطوریکه در اعماق ۸۰۰ متری به حدود ۱۰ درجه سانتی گراد تقلیل می یابد اما در اعماق بین ۲۰۰ تا ۴۰۰ متری یک افزایش نسبی داشته که نشان دهنده اثرات جریان خروجی خلیج فارس از طریق تنگه هرمز می باشد (Reynolds, 1993) و (Bidokhti and Ezam, 2009).

ساختار عمودی درجه حرارت در دریای عمان نشان داد که در این پهنه آبی، شروع لایه بندی حرارتی (ترموکلاین) در بهار از لایه های عمقی تقریباً ۲۰ متری تشکیل شده و سپس ادامه یافته تا اینکه در نیمه دوم سال با سرد شدن هوا عمق لایه های فوقانی از نظر همدم شدن افزایش می یابد لذا هرچقدر به پایان سال نزدیک می شویم، شروع لایه ترموکلاین از لایه های عمقی پایین تری نسبت به نیمه اول سال آغاز می شود در نتیجه در دریای عمان در نیمه دوم سال، ترموکلاین از بین نمی رود بلکه فقط شکل گیری و ظهور آن در اعماق پایین تری تشکیل یافته و با افزایش عمق آب، لایه ترموکلاین نیز ادامه پیدا می کند. به عبارت دیگر در دریای عمان در طول سال ترموکلاین ثابت یا اصطلاحاً ترموکلاین دائمی برقرار بوده و با تغییرات فصلی فقط ضخامت و یا پهنای آن تغییر می کند در صورتیکه در خلیج فارس ترموکلاین فصلی (Seasonal Termocline) وجود داشته که در نیمه اول سال تشکیل و در نیمه دوم سال از بین می رود.

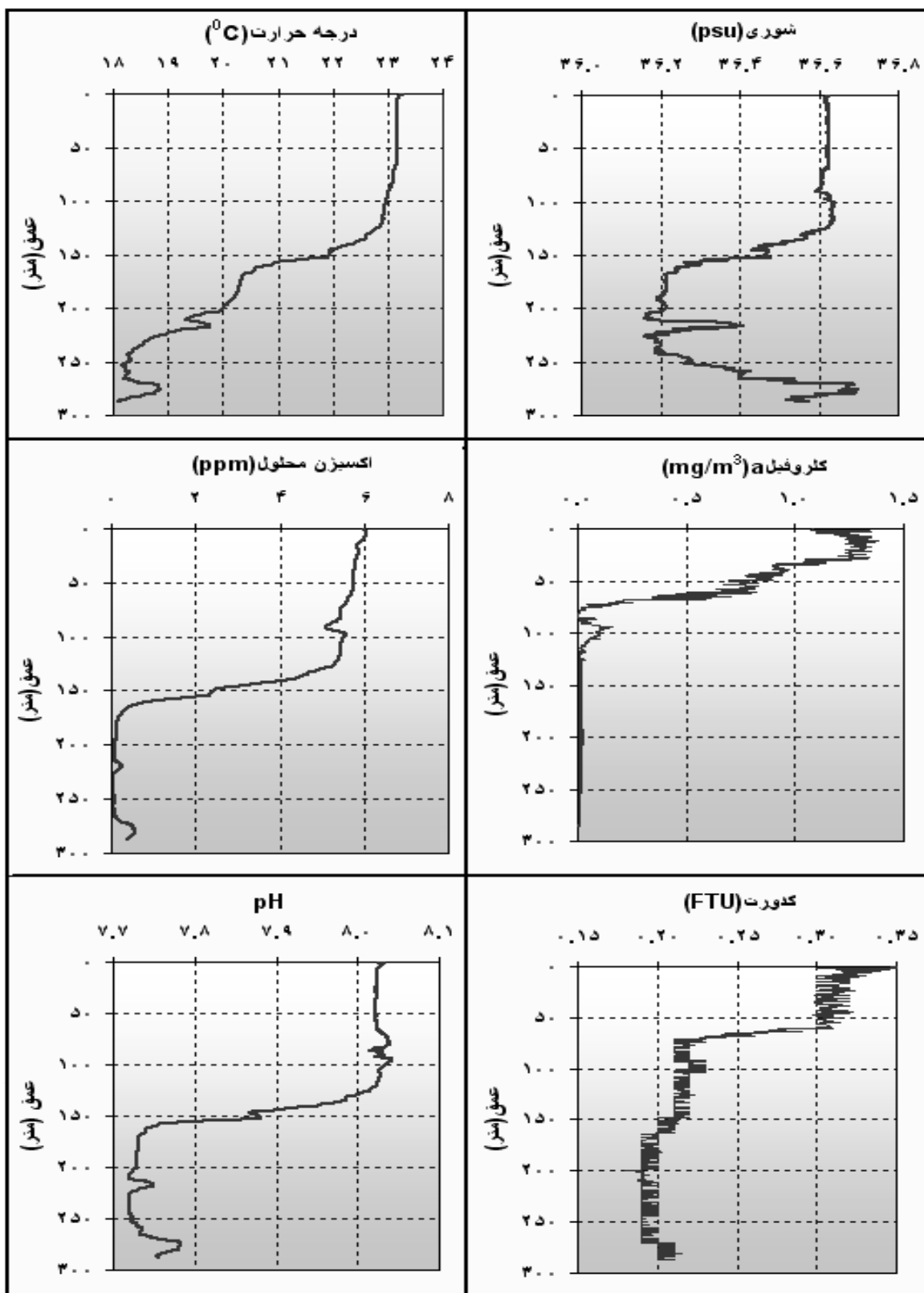
نتایج مطالعات انجام شده در دریای عرب نشان داده است که در لایه های عمقی ۲۰ تا ۲۰۰ متری این مناطق نیز چه در قبل و چه در بعد از مونسون و چه در زمان مونسون لایه ترموکلاین وجود داشته و با تغییرات فصلی فقط نقطه شروع و ضخامت آن تغییر می یابد (Blackford and Burkill, 2002). همچنین نتایج مطالعات انجام شده در دریای عرب نشان داده است که در این مناطق هم در بهار و هم در تابستان ترموکلاین واکسی کلاین نسبتاً شدیدی در اعماق ۳۰ تا ۱۵۰ متری تشکیل یافته که در تابستان شدیدتر از بهار می باشد (Luo et al., 2000).



شکل ۴: میانگین پروفیل عمودی پارامترهای بررسی شده در ترانسکت سوم منطقه مورد نظر (بهار ۸۸).



شکل ۵: میانگین پروفیل عمودی پارامترهای بررسی شده در ترانسکت سوم منطقه مورد نظر (بهار ۸۸)



شکل ۶: میانگین پروفیل عمودی پارامترهای بررسی شده در ترانسکت سوم منطقه مورد نظر (زمستان ۸۵)

۳-۱-۲- ساختار مکانی وزمانی چگالی (δ_T)

الگوی پراکنش افقی چگالی در در لایه های سطحی دریای عمان عکس روند تغییرات درجه حرارت به دست آمد بطوریکه میانگین چگالی در پاییز بیشتر از بهار ولی میانگین درجه حرارت در پاییز کمتر از بهار به دست آمد، همچنین میانگین آن در سال ۸۸ بیشتر از سال ۸۶ اما مقدار دما در سال ۸۸ کمتر از سال ۸۶ به ثبت رسید، علاوه بر اینکه روند تغییرات این دو پارامتر از ساحل به دریا نیز عکس یکدیگر حاصل گردید به طوریکه که روند تغییرات چگالی از ساحل به دریا یک روند افزایشی، اما روند تغییرات دمایی یک روند کاهشی به دست آمد (شکل‌های ۷ و ۸).

از آنجا که بین چگالی و درجه حرارت همبستگی منفی بالایی وجود دارد لذا به نظر می رسد یکی از دلایل مهمی که باعث گردیده تا روند تغییرات این دو پارامتر عکس یکدیگر به دست آید همبستگی منفی بین آنها بوده باشد، چرا که نتایج حاصل از بررسی هم بستگی بین چگالی و درجه حرارت لایه های سطحی آب نشان داد که در فصل بهار بین این دو پارامتر همبستگی 0.97 - و در پاییز 0.91 - وجود داشته و این همبستگی منفی با حدود اطمینان 90% ($p < 0.01$) با یکدیگر معنی دار می باشد (جدول ۲).

میانگین چگالی آب در لایه های سطحی محدوده آبهای استان هرمزگان در خلیج فارس، در بهار $24/3$ و در پاییز $25/9$ گرم بر سانتی متر مکعب گزارش گردیده (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۴)، که در مقایسه با چگالی دریای عمان بیشتر می باشد، به عبارت دیگر زیاد تر بودن میزان چگالی خلیج فارس نسبت به دریای عمان بیانگر آن است که تاثیر پذیری این خلیج از نظر میزان تبخیر صورت گرفته نسبت به دریای عمان بیشتر می باشد.

نتایج مطالعاتی که بر روی آب دریا و تاثیر عوامل مختلف بر چگالی به عمل آمده نشان می دهد که در کلرونیته ثابت با افزایش درجه حرارت مقدار چگالی کم می گردد در صورتیکه در دمای ثابت با افزایش کلرونیته مقدار چگالی نیز افزایش می یابد (Riley et al., 1975)

الگوی پروفیل عمودی چگالی آب و روند تغییرات فصلی آن در محدوده نیمه شمالی دریای عمان نشان داد که مقدار این پارامتر در همه فصول سال از سطح به عمق افزایش می یابد بطوریکه میانگین آن در لایه های سطحی از حدود $23/5$ در بهار و $24/5 \text{ g/cm}^3$ در پاییز شروع گشته و در عمق 150 متری به حدود 27 ، 300 متری به 28 ، 500 متری به 29 و در 600 متری به 30 g/cm^3 فزونی یافته و این روند افزایشی همچنان همراه با افزایش عمق ادامه می یابد (شکل‌های ۴ تا ۶).

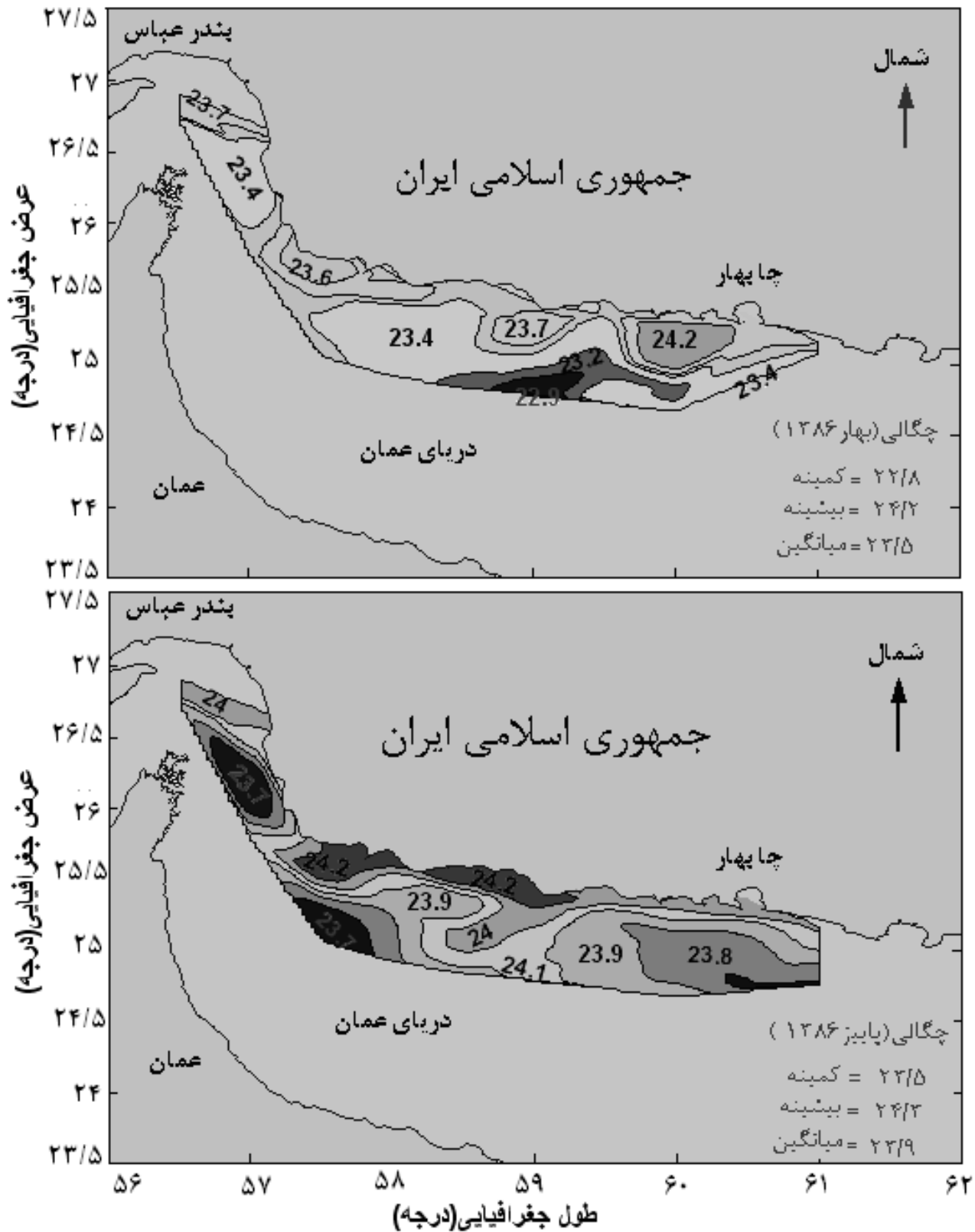
از آنجا که میانگین عمق آب در تنگه هرمز تقریباً 80 متر می باشد لذا در ایستگاه‌هایی که دقیقاً در نواحی جنوبی جزیره هرمز انتخاب شده بودند، اثرات جریان خروجی از تنگه هرمز در اعماق 50 الی 80

متری به خوبی خود را نمایان ساخته به طوری که نتایج مربوط به پروفیل های عمودی درجه حرارت، شوری و چگالی آب، نشانگر افزایش ناگهانی مقادیر این پارامترها در لایه های عمقی مذکور بودند، به بیان دیگر تاثیر جریان خروجی از تنگه هرمز در مناطق شمالی آن به دلیل محدودیت عمق، در اعماق زیر ۵۰ متر قابل مشاهده بوده اما در مناطق شرقی تنگه هرمز، با افزایش عمق آب جریان خروجی نیز به اعماق پایین تر نفوذ کرده بطوریکه در محدوده آبهای مناطق دریایی بندر سیریک و بندر جاسک جریان خروجی از تنگه هرمز اثرات خود را در اعماق زیر ۱۵۰ متری نمایان می سازد.

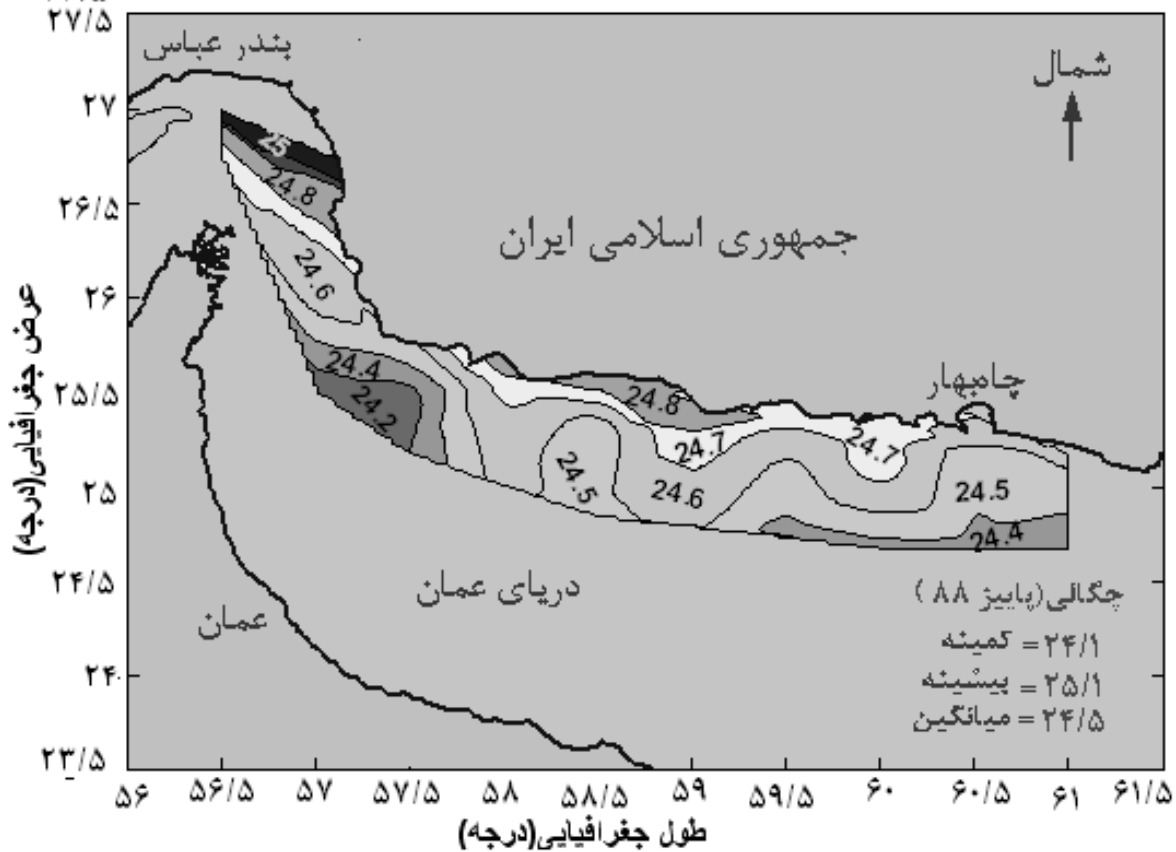
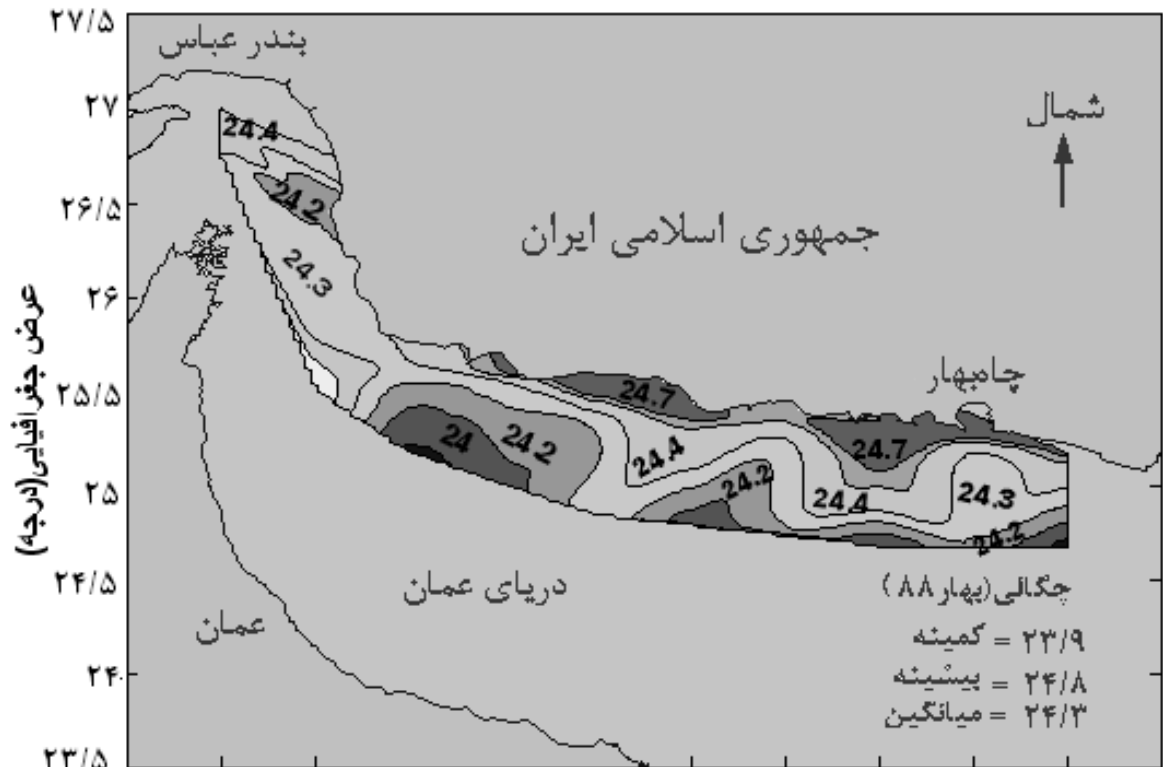
نتایج مطالعات به عمل آمده در مناطق جنوبی تنگه هرمز نیز نشان داده است که مقادیر درجه حرارت، شوری و چگالی آب در نواحی جنوب غربی تنگه هرمز از سطح تا عمق ۸۰ متری تقریباً همگن بوده اما در محدوده جنوب شرقی و خود تنگه هرمز مقدار آنها از عمق ۵۰ الی ۸۰ متری افزایش قابل ملاحظه ای داشته است (Matsuyama et al., 1998).

نتایج حاصل از بررسی همبستگی پارامترها نسبت به عمق، و نسبت به یکدیگر نشان داد که در دریای عمان بین چگالی و عمق همبستگی مثبت (۰/۹۸) ولی بین چگالی، EC و دما همبستگی منفی (۰/۹۸-) وجود داشته، همچنین بین چگالی و شوری نیز همبستگی منفی (۰/۶۴-) برقرار بوده و این همبستگی ها با حدود اطمینان ۹۰ درصد ($p < 0/01$) با یکدیگر معنی دار می باشد (جدول ۵)، در صورتیکه نتایج مطالعات انجام شده در خلیج فارس نشان داده است که الگوی توزیع عمودی شوری و چگالی در این حوزه آبی همانند یکدیگر بوده (مقدار هر دو از سطح به عمق زیاد می شود) و همبستگی مثبتی بین آنها برقرار می باشد (نیکویان و همکاران، ۱۳۸۴). علت تفاوت موجود در این دو اکوسیستم آبی به خاطر آن است که در خلیج فارس با افزایش عمق آب مقدار دما و EC کاهش ولی مقدار چگالی و شوری افزایش می یابند در صورتیکه در دریای عمان با افزایش عمق آب مقدار چگالی افزایش اما مقدار دما، EC، و شوری کاهش می یابند.

در خلیج فارس شکل گیری آبهای چگالتر ممکن است در اوایل ماه نوامبر که دمای هوا کاهش و سرعت باد افزایش می یابد شروع شود (Swift and Bower, 2003). همچنین طبق گزارش این محققین چگالترین آب خلیج فارس در طول زمستان و در آبهای کم عمق شمال غربی شکل می گیرند، هر چند که شکل گیری آبهای چگالتر در این خلیج ممکن است از اوایل آبان ماه که مقدار دما رو به کاهش و سرعت باد رو به افزایش می باشد شروع شود.



شکل ۷: میانگین تغییرات چگالی آب (g/cm^3) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۱۳۸۶)



شکل ۸: میانگین تغییرات چگالی آب (g/cm^3) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۱۳۸۸)

۳-۱-۳- تغییرات مکانی وزمانی شوری

نتایج حاصل از بررسی الگوی توزیع شوری آب در لایه های سطحی نیمه شمالی دریای عمان نشان داد که مقدار شوری در این مناطق در طول سال از شرق به غرب افزایش یافته به طوریکه میانگین آن چه در بهار و چه در پاییز، در محدوده چاه بهار از حدود ۳۶/۶ شروع شده و در بهار به حدود ۳۶/۸ و در پاییز به حدود ۳۷/۴ (psu) در محدوده تنگه هرمز افزایش می یابد. علاوه بر اینکه میزان شوری آب در لایه های سطحی نیمه شمالی دریای عمان در فصل پاییز بیشتر از فصل بهار بوده و این افزایش در نیمه شرقی، بخصوص در نواحی تنگه هرمز بیشتر از نیمه غربی آن می باشد (شکل های ۹ و ۱۰).

به نظر می رسد یکی از علت های اصلی افزایش شوری آب در لایه های سطحی محدوده آبهای ایرانی دریای عمان از شرق به غرب، چگونگی تاثیر پذیری این مناطق از میزان تبخیر آبی که از لایه های سطحی این مناطق صورت می پذیرد بوده باشد، چرا که اگر یک گستره آبی از نظر عمق، حجم، مساحت و دسترسی به آبهای آزاد نسبت به ی پهنه آبی دیگری کمتر باشد، به جهت زمان بر بودن جایگزینی آبهای تبخیر شده (مثل خلیج فارس نسبت به دریای عمان)، اصولاً بیشتر از نواحی دیگر تحت تاثیر تبخیر آب قرار می گیرد. به همین دلیل چنین استنباط می شود نیمه غربی دریای عمان که توسط سواحل ایران، عمان و تنگه هرمز محدود و محصور گشته، بیشتر از نیمه شرقی آن (که به دریای آزاد واقیانوس هند منتهی می گردد) تحت تاثیر میزان تبخیر آب قرار می گیرد. اما در رابطه با علت بیشتر بودن شوری آب لایه های سطحی کل منطقه مورد مطالعه در فصل پاییز نسبت به بهار به نظر می رسد به دلیل کاهش دما و افزایش سرعت باد در پاییز نسبت به بهار بوده باشد.

به رغم اینکه در جنوب کشور میزان درجه حرارت هوا در نیمه اول سال به مراتب بیشتر از نیمه دوم سال می باشد، اما نتایج مطالعات به عمل آمده در خلیج فارس نشان داده است که میزان شوری آب در لایه های سطحی این خلیج در نیمه دوم سال بیشتر از نیمه اول سال می باشد چرا که در این منطقه میزان تبخیر در نیمه دوم سال بیشتر از نیمه اول سال صورت می پذیرد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۴).

در خلیج فارس شکل گیری آبهای چگالتر ممکن است در اوایل ماه نوامبر که دمای هوا کاهش و سرعت باد افزایش می یابد شروع شود (Swift and Bower, 2003).

نتایج حاصل از بررسی مقایسه آنالیز آماری (T-Test) مناطق نیمه شمال شرقی و شمال غربی دریای عمان طی سالهای ۸۶ و ۸۸ نشان داد که مقدار شوری این مناطق نسبت به هم با حدود اطمینان ۹۵ درصد ($p < 0.05$) با یکدیگر معنی دار می باشد (جدول ۴).

بررسی ساختار عمودی شوری آب نشان داد که در دریای عمان (برخلاف خلیج فارس که در طول سال مقدار شوری از سطح به عمق افزایش می‌یابد) از قوانین اقیانوسها تبعیت نموده و از سطح به عمق کاهش می‌یابد. نتایج به دست آمده نشان داد که بطور کلی اکثر نقاط مورد بررسی از نظرونند تغییرات پروفیل عمودی پارامترهای فیزیکی از جمله میزان شوری آب، دارای نوسانات مشابهی با یکدیگر می‌باشند اما ساختار عمودی آنها در نیمه شمال غربی دریای عمان (مخصوصاً "آبهای محدوده تنگه هرمز) به دلیل تحت تاثیر قرار گرفتن جریانهای دریایی "چرخشی مصبی" (Reverse estuary flow) نسبت به مناطق نیمه شمال شرقی از نوسانات بیشتری برخوردار می‌باشند بطوریکه میانگین شوری در لایه‌های سطحی نیمه شمال غربی دریای عمان از حدود ۳۶/۷ (psu) شروع شده و در اعماق ۱۵۰ متری به حدود ۳۶/۴ (psu) کاهش می‌یابد، اما از اعماق ۱۵۰ تا حدود ۳۵۰ متری دوباره مقدار آن افزایش داشته و سپس از عمق ۳۵۰ متر به پایین دوباره رو به کاهش می‌رود. علت این نوسانات، جاری شدن آبهای شور خلیج فارس می‌باشد که از طریق لایه‌های تحتانی تنگه هرمز به بدنه آبی دریای عمان جریان یافته و آبهای مسیر حرکت خود را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از طرفی با توجه به اینکه تنگه هرمز از تپوگرافی خاصی برخوردار بوده بطوریکه میانگین عمق آب در آن از ۸۰ متر شروع شده و با یک روند خاصی به طرف دریای عمان افزایش می‌یابد به همین دلیل اثرات جریان خروجی خلیج فارس در تنگه هرمز در اعماق زیر ۴۰ متر به وضوح قابل مشاهده بوده و با حرکت به سمت دریای عمان، جریان خروجی نیز عمق نفوذپذیری خود را در لایه‌های عمیق تر نمایان می‌سازد.

نتایج مطالعاتی که طی سالهای گذشته در نیمه شمالی تنگه هرمز به عمل آمده نشان داده است که در نواحی بندر سیریک میزان شوری آب در اعماق ۸۰ الی ۱۰۰ متری افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۷).

نتایج مطالعات به عمل آمده در محدوده نواحی جنوبی تنگه هرمز نشان داده است که در مناطق شرقی آن (نواحی جنوب غربی دریای عمان) مقدار شوری، دما و اکسیژن محلول از سطح به عمق کاهش یافته اما در اعماق ۲۰۰ تا ۳۰۰ متری بر مقدار آنها افزوده می‌گردد که بیانگر اثرات جریان خروجی از خلیج فارس در این مناطق می‌باشد (Senjyu et al., 1998). همچنین نتایج مطالعاتی که تا اعماق ۱۲۰۰ متری نواحی جنوب غربی دریای عمان (جنوب شرقی شرقی تنگه هرمز) در رابطه با ساختار عمودی شوری و روند تغییرات فصلی آن در این مناطق به عمل آمده، میانگین شوری لایه‌های سطحی این نواحی را در تابستان در حدود ۳۶/۷ و در زمستان ۳۷ (psu) گزارش نموده و نشان داده است که مقدار شوری آب از سطح به عمق کاهش یافته بطوریکه در اعماق ۸۰۰ متری به حدود ۳۵/۵ (psu) تقلیل می‌یابد اما در اعماق بین ۲۰۰ تا ۴۰۰ متری

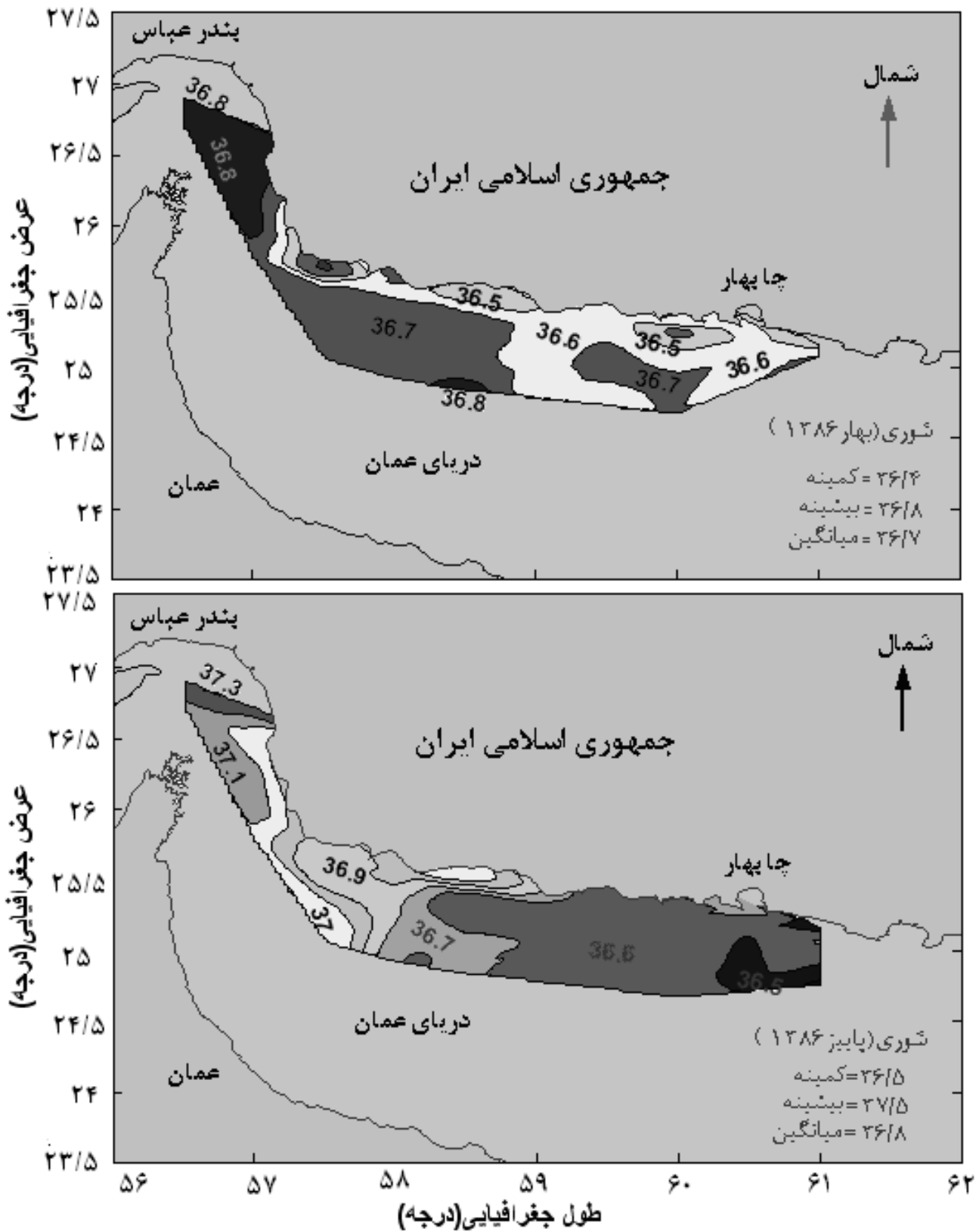
مقدار شوری (psu) ۱ افزایش داشته که نشان دهنده اثرات جریان خروجی خلیج فارس از طریق تنگه هرمز می باشد (Reynolds, 1993). با مقایسه نتایج فوق و نتایج به دست آمده ملاحظه می گردد که نتایج حاصله با نتایج سایر محققین کاملاً همخوانی داشته و همدیگر را تأیید می نمایند.

نتایج بررسیهای به عمل آمده در رابطه با چرخش آب در تنگه هرمز نشان داده است که اولاً جریان خروجی خلیج فارس (با شوری بالا) از نواحی جنوبی این تنگه و از عمق ۴۰ متر تا کف بستر آن به دریای عمان جاری شده و شوری آن بین ۳۹/۳ و ۴۰/۸ (psu) در نوسان می باشد (در زمستان از شوری بیشتری برخوردار می باشد)، ثانیاً سرعت آن تقریباً ۲۰ cm/s بوده و میانگین سالانه این جریان عمقی خروجی 0.15 ± 0.03 Sv ($1\text{Sv}=10^6\text{m}^3$) تخمین زده می شود (Johns et al., 2003).

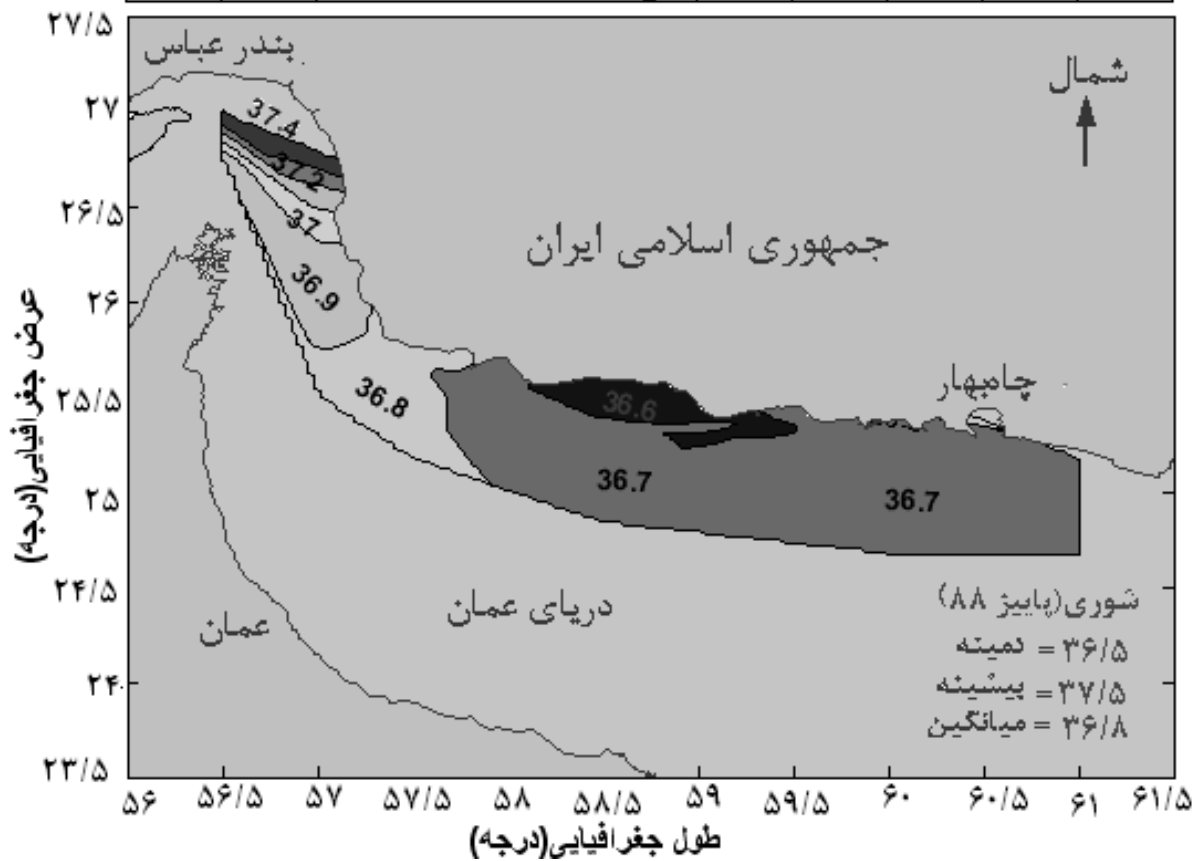
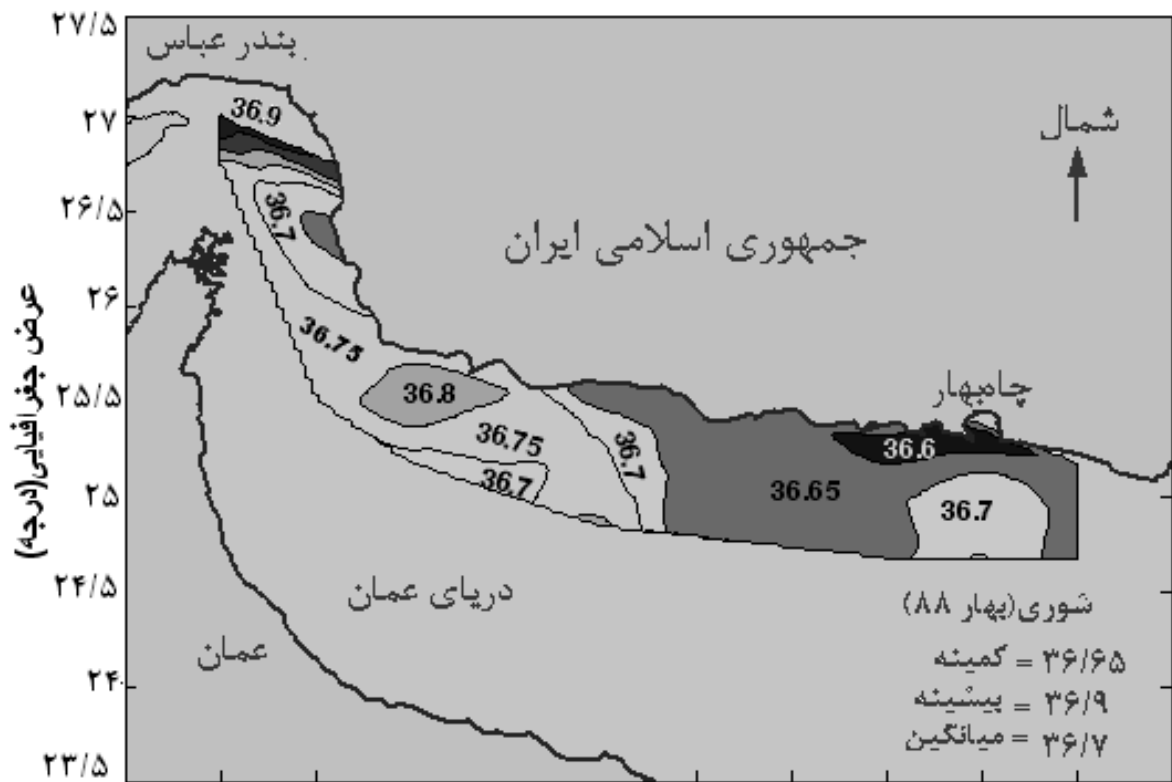
از آنجا که دریای عمان نسبت به خلیج فارس از اعماق بسیار بالایی برخوردار می باشد لذا با افزایش عمق اب میزان فشار ستون آب نیز افزایش یافته و به تبع آنها میزان چگالی آب هم افزایش می یابد در نتیجه علی رغم اینکه میزان شوری جریان خروجی از تنگه هرمز نسبت به شوری دریای عمان بیشتر بوده اما چگالی آن نسبت به چگالی آبهای عمیق دریای عمان کمتر می باشد. بطور مثال میانگین چگالی جریان خروجی از تنگه هرمز حدود ۲۷ و میانگین آن در عمق ۴۰۰ متری دریای عمان حدود ۲۹ گرم بر سانتی متر مکعب ثبت گردید. بنابراین آبهای شور خلیج فارس پس از اینکه از طریق تنگه هرمز به دریای عمان جاری می شود نمی تواند به اعماق زیر ۴۰۰ متر نفوذ نماید در نتیجه در همان لایه های عمقی بین ۲۰۰ تا ۴۰۰۰ متر به راه خود ادامه می دهد تا وارد آبهای اقیانوس هند گردد (شکلهای ۴ تا ۶).

در تمام طول سال علیرغم وزش باد غالب شمال، آب نسبتاً کم شورتر از درون تنگه هرمز وارد منطقه خلیج فارس شده و باعث تعدیل و کاهش شوری آب بسیار شور آن می گردد، آب ورودی به داخل این حوزه تحت تاثیر تبخیر قرار گرفته و با افزایش شوری و دانسیته به تدریج به اعماق فرو رفته و بصورت جریان بستری بسیار شور از کف تنگه هرمز خارج می شود که به این جریان اصطلاحاً جریان عکس مصبی اطلاق می شود، میانگین جریان آب ورودی و خروجی خلیج فارس که سالانه از طریق تنگه هرمز صورت می پذیرد، به ترتیب ۲۶۹۶ و ۲۳۷۵ (km^3) تخمین زده شده است (Al-Majed et al., 2000).

آبهای اقیانوس هند از لایه های سطحی سواحل ایران بصورت همگن وارد خلیج فارس شده و آبهای خلیج فارس از طریق اعماق تنگه هرمز وارد دریای عمان می شود و این پدیده در پریود زمانی کمتر از یک ماه صورت گرفته و تکرار می گردد (Pous et al., 2004).



شکل ۹: میانگین تغییرات شوری آب (psu) در لایه های سطحی مناطق مورد بررسی (سال ۱۳۸۶)



شکل ۱۰: میانگین تغییرات شوری آب (psu) در لایه های سطحی مناطق مورد بررسی (سال ۱۳۸۸)

الگوی پراکنش افقی اکسیژن محلول در لایه های سطحی دریای عمان نشان داد که مقدار آن در مناطق ساحلی بیشتر از مناطق دریایی بوده و از ساحل به دریا کاهش می یابد، همچنین نتایج حاصله نشان داد که میزان آن در بهار بیشتر از پاییز می باشد. به نظر می رسد یکی از دلایل کاهش آن در پاییز نسبت به بهار به خاطر افزایش شوری آب در پاییز نسبت به بهار بوده چرا که با افزایش املاح، میزان انحلال گازها در آب کاهش می یابد. یکی دیگر از دلایل کاهش اکسیژن محلول در دریای عمان در فصل پاییز نسبت به بهار احتمالاً به خاطر آبهای فراچاهنده (upwelling) بوده باشد که در این پهنه آبی رخ می دهد (مخصوصاً در زمان مانسون تابستانه) و با خود آب های فاقد اکسیژن را از لایه های عمیق به لایه های سطحی انتقال داده و باعث کاهش اکسیژن محلول لایه های سطحی می گردد (شکل های ۱۱ و ۱۲).

نتایج مطالعات انجام شده نشان داده است که حلالیت اکسیژن محلول در آب شور دریاها حدود ۲۰٪ از حلالیت آن در آبهای شیرین کمتر می باشد (Brown et al., 1995).

نتایج مطالعات به عمل آمده نشان داده است که میزان اکسیژن محلول در خلیج فارس نیز در بهار بیشتر از پاییز بوده است (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۴).

تحقیق پیرامون ساختار عمودی اکسیژن محلول و روند تغییرات فصلی آن نشان داد که نقطه شروع لایه اکسی کلاین نیز مثل ترموکلاین، در نیمه شمالی دریای عمان در فصل بهار از لایه های سطحی (تقریباً ۱۵ متری)، در پاییز از لایه های فوقانی (حدوداً ۳۵ متری) و در زمستان از عمق ۱۰۰ متری آغاز شده و به طور میانگین با اختلافی معادل ۵ میلی گرم بر لیتر بین لایه های سطحی و عمقی برقرار می باشد، به عبارت دیگر در طول سال اکسی کلاین دائمی در این پهنه آبی برقرار بوده و با تغییرات فصلی فقط پهنای شکست لایه اکسیژنی تغییر می یابد.

بر طبق نتایج به دست آمده مقدار اکسیژن محلول در بهار بیشتر از پاییز بوده و حداکثر مقدار آن در لایه های عمقی ۱۰ تا ۴۰ متری می باشد، این روند تغییرات اکسیژن محلول در ستون آب با نحوه توزیع عمودی کلروفیل a همخوانی داشته که خود بیانگر تراکم فیتوپلانکتون ها و به تبع آن عمل فتوسنتز بیشتر در لایه های عمقی ۲۰ تا ۴۰ متری آب می باشد، علاوه بر اینکه نتایج حاصل از بررسی همبستگی عمودی اکسیژن محلول و کلروفیل a نشان داد که میان این دو پارامتر همبستگی مثبت (۰/۹۴) وجود داشته و این همبستگی با حدود اطمینان ۹۰ درصد ($p < 0/01$) با یکدیگر معنی دار می باشد (جدول ۵ ضمیمه).

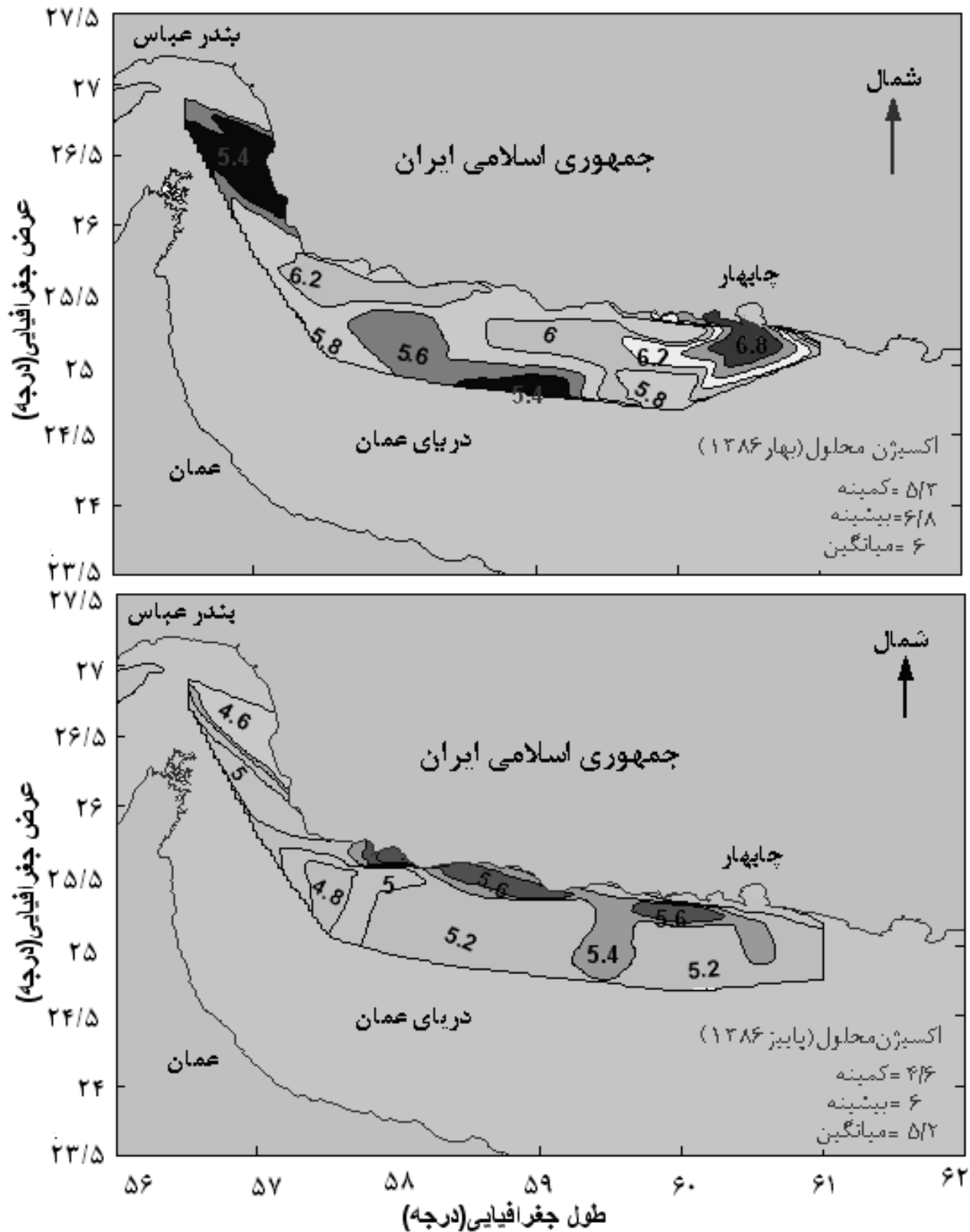
نتایج مطالعاتی که در طی فصل های بهار، پاییز و زمستان سال ۷۲ در محدوده آبهای ایرانی دریای عمان (نیمه شمالی) به عمل آمده نشان داده است که اولاً در این گستره آبی، در هر سه فصل مذکور در

لایه‌های عمقی تقریباً "۲۰ تا ۲۰۰ متری کاهش شدید اکسیژن محلول و با اصطلاحاً " لایه اکسی کلاین وجود داشته و ثانیاً " کمترین مقدار اکسیژن محلول در فصل پاییز پدیدار گشته به طوری که در این فصل لایه اکسی کلاین شدیدی در لایه‌های عمقی ۲۰ تا ۱۰۰ متری تشکیل یافته است (ابراهیمی و صادقیان، ۱۳۷۵).

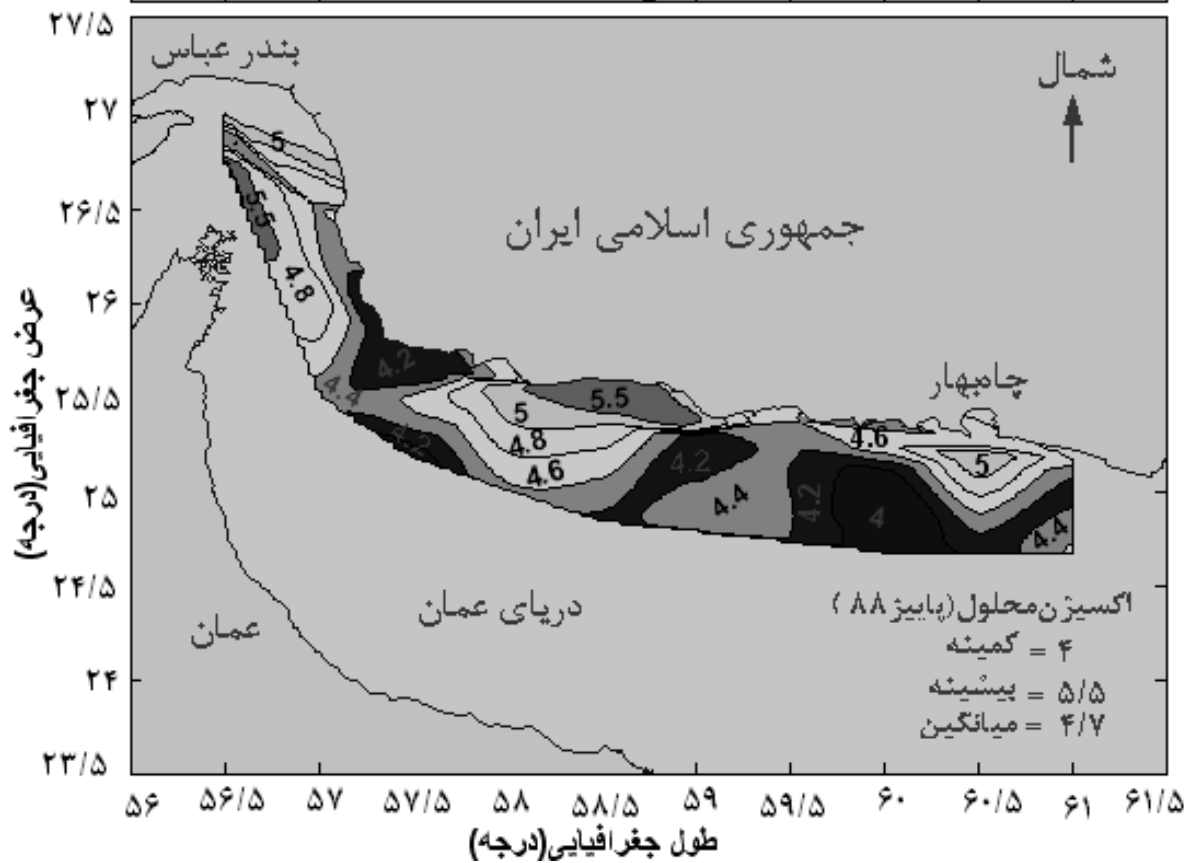
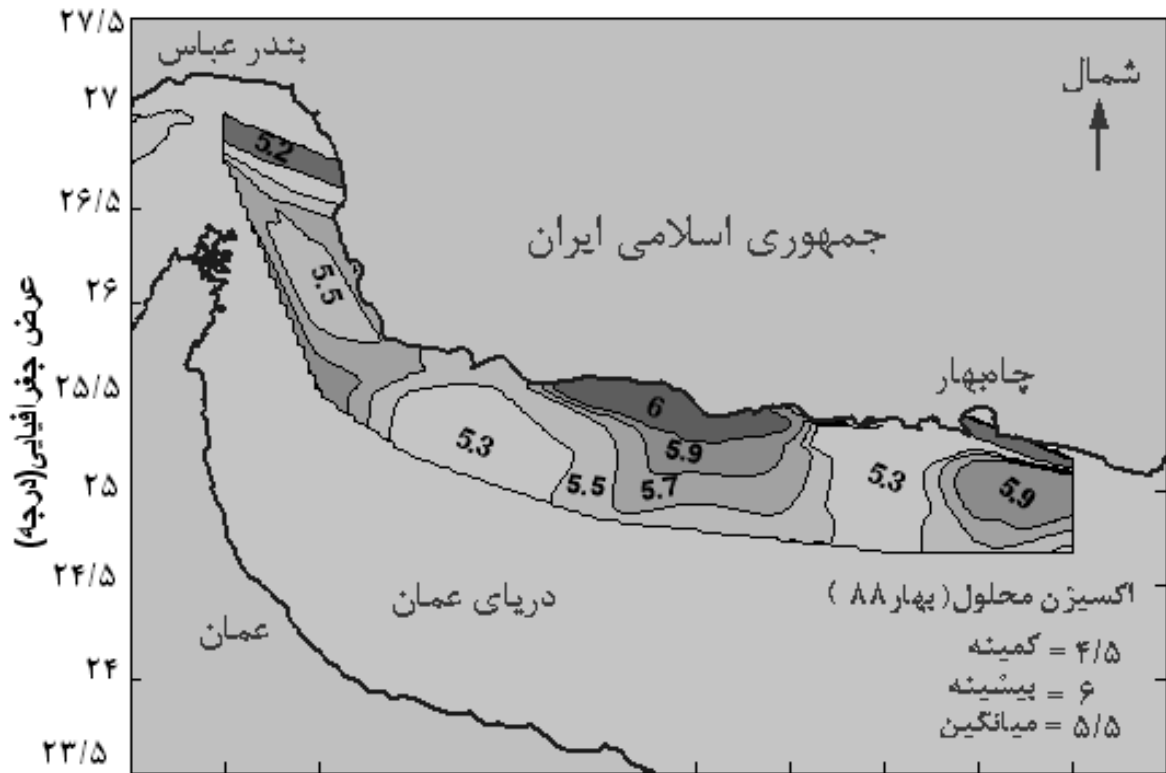
همان طوری که قبلاً در رابطه با مقایسه پهنه‌های آبی جنوب کشور اشاره گردید، خلیج فارس به دلیل اینکه نسبت به دریای عمان از عمق بسیار کمی برخوردار می باشد لذا ترموکلاین و اکسی کلاین در آن به صورت فصلی بوده، یعنی در نیمه اول سال تشکیل و در نیمه دوم سال کاملاً از بین می‌روند، در صورتیکه در دریای عمان، ترموکلاین و اکسی کلاین به صورت دائمی می باشد.

نتایج حاصله نشان داد که میانگین اکسیژن محلول در لایه‌های مختلف عمقی ستون آب در بهار (قبل از مانسون تابستانه) بیشتر از پاییز (بعد از مانسون) می باشد و علت این امر احتمالاً به خاطر زیاد بودن شدت و مدت زمان تابش نور خورشید در بهار نسبت به پاییز بوده باشد که با تابش عمودی، عمق نفوذ پذیری آن نیز افزایش یافته و در نتیجه مقدار تولید بیشتر از مصرف می گردد.

نتایج به دست آمده نشان داد که روند تغییرات پروفیل عمودی اکسیژن محلول در نیمه شمال غربی دریای عمان (مخصوصاً "آبهای محدوده تنگه هرمز) به دلیل تحت تاثیر قرار گرفتن جریان خروجی از تنگه هرمز، نسبت به مناطق نیمه شمال شرقی از نوسانات بیشتری برخوردار می باشند بطوریکه در این نواحی میانگین اکسیژن محلول در بهار از لایه‌های تقریباً ۳۰ متری و در پاییز از لایه‌های ۵۰ متری و در زمستان ۱۰۰ متری شروع به کاهش نموده و در اعماق ۱۵۰ تا ۲۰۰ متری تقریباً به صفر می رسد، اما از اعماق تقریباً ۲۰۰ تا حدود ۴۰۰ متری دوباره مقدار آن افزایش یافته و سپس از عمق ۴۰۰ متر به پایین دوباره به صفر تقلیل می یابد. علت این نوسانات، جاری شدن آبهای خلیج فارس می باشد که از غنای اکسیژنی خوبی برخوردار بوده و همزمان با جاری شدن در دریای عمان، اکسیژن محلول نسبتاً مناسبی را به بدنه آبی این اکوسیستم انتقال می دهد (شکل‌های ۴ تا ۶).



شکل ۱۱: میانگین تغییرات اکسیژن محلول (ppm) در لایه‌های سطحی مناطق مورد بررسی (سال ۱۳۸۶)



شکل ۱۲: میانگین تغییرات اکسیژن محلول (ppm) در لایه‌های سطحی مناطق مورد بررسی (سال ۱۳۸۸)

۳-۱-۵- ساختار مکانی و زمانی کلروفیل a

کلروفیل a یکی از رنگدانه های مهم فیتوپلانکتونی بوده و شاخص مناسبی برای توده زنده تولید به شمار می رود. در این تحقیق میانگین غلظت کلروفیل a لایه های سطحی مناطق مورد نظر، در فصل بهار کمتر از فصل پاییز (بعد از مونسون) به دست آمد که به نظر می رسد مونسون تابستانه از عوامل اصلی افزایش کلروفیل a در فصل پاییز، نسبت به فصل بهار بوده باشد چراکه مونسون تابستانه شرایط مساعدتری را از نظر مخلوط شدن لایه های سطحی و عمقی، همچنین انتقال مواد مغذی از لایه های عمقی به سطحی بر اثر جریانهای دریایی مخصوصا جریانهای فراچاهنده برای پلانکتونهای گیاهی فراهم نموده و در نتیجه شرایط زیستی لایه های سطحی در فصل پاییز برای آنها مناسبتر از بهار مهیا شده باشد، علاوه بر اینکه روند تغییرات مواد مغذی نیز مؤید این موضوع بوده و غلظت آنها در فصل پاییز به مراتب بیشتر از فصل بهار به دست آمد. نتایج حاصله نشان داد که غلظت کلروفیل a در مناطق ساحلی بیشتر از مناطق دریایی ر بوده و این روند تغییرات با نتایج سایر محققانی که در این رابطه و در محدوده دریای عمان تحقیق نموده اند کاملاً همخوانی دارد (شکل های ۱۳ و ۱۴).

نتایج مطالعات به عمل آمده در محدوده دریای عمان، غلظت کلروفیل a را در لایه های سطحی این پهنه آبی بین ۰/۱ تا ۳ میلی گرم در متر مکعب گزارش نموده و نشان داده است که غلظت آن در مناطق ساحلی به مراتب بیشتر از مناطق دریایی می باشد (W. Aicken, 1999) و (Wiggert et al., 2002).

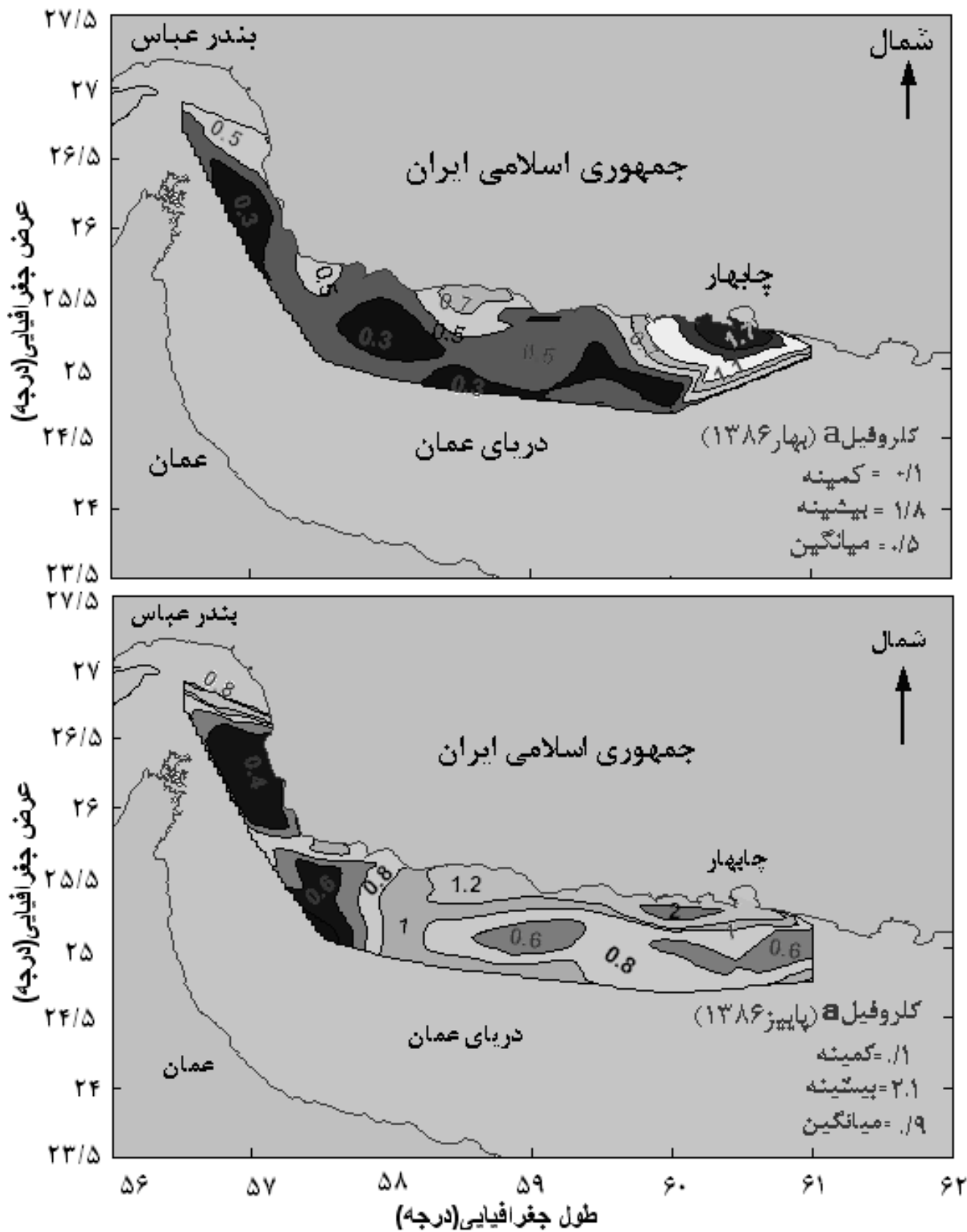
نتایج مطالعات انجام شده در خلیج فارس میانگین غلظت کلروفیل a را برای این پهنه آبی ۰/۳۸ میلی گرم در متر مکعب گزارش نموده است (ROPME, 2004). همچنین میانگین دامنه تغییرات کلروفیل a در کل آبهای سطحی خلیج فارس بین ۰/۲ تا ۰/۸ و دریای عمان را پس از مونسون بین ۲ تا ۲۰ mg/m^3 گزارش شده است (Sheppard et al., 1992).

نتایج حاصل از بررسی ساختار پراکنش عمودی غلظت کلروفیل a و روند تغییرات فصلی آن نشان داد که بیشترین پراکنش و تراکم آن در لایه های عمقی تقریباً بین ۲۰ تا ۴۰ متری پدیدار گشته و سپس با افزایش عمق آب از غلظت آن کاسته شده و در اعماق حدوداً ۱۰۰ متری مقدار کلروفیل a به صفر تقلیل می یابد. به نظر می رسد توزیع و پراکنش پلانکتونهای گیاهی در اعماق مختلف دریا، صرفنظر از تاثیر سایر عوامل، بیشتر بر اساس درجه حرارت و مقدار تابش نور خورشید صورت می پذیرد به بیان دیگر، بیشترین پراکنش آنها در لایه هایی از آب نمایان می گردد که از نظر شرایط دمایی و نور خورشید بهترین شرایط زیستی برای این فتوسنتز کنندگان دریایی بشمار رفته و مهیا شده باشد (شکل های ۴ تا ۶).

نتایج مطالعات به عمل آمده در مناطق جنوبی دریای عمان نشان داده است که غلظت کلروفیل a در لایه‌های سطحی بین صفر تا ۲/۵ میلی گرم در متر مکعب در نوسان بوده و از نظر روند تغییرات عمودی، بیشترین پراکنش آن در لایه‌های عمقی ۱۰ تا ۲۰ متری می‌باشد (Al-Hashmi et al., 2010). همچنین دامنه تغییرات کلروفیل - a در لایه های سطحی دریای عرب (محدوده مناطق شرقی دریای عمان) در فصول مختلف بین ۰/۱ تا ۱/۲ میلی گرم در متر مکعب گزارش گردیده، مضاف بر اینکه بیشترین پراکنش آن در این مناطق نیز در لایه های عمقی بین ۱۰ تا ۴۰ به ثبت رسیده است (Wiggert et al., 2002)

نتایج مطالعات انجام شده در خلیج فارس نیز نشان داده است که میانگین توزیع عمودی کلروفیل a در تمامی فصول سال در لایه‌های میانی و فوقانی این حوزه آبی بیشتر از لایه‌های عمقی و حتی لایه‌های سطحی بوده بطوریکه بیشترین مقدار آن در فصول نیمه اول سال تقریباً در لایه‌های عمقی ۲۰ تا ۴۰ متری و در نیمه دوم سال در لایه‌های حدوداً تا ۲۰ متری می‌باشد (نیکویان و همکاران، ۱۳۸۴)، همچنین نتایج مطالعاتی که در محدوده آبهای استان هرمزگان نیز به عمل آمده نشان داده است که مقدار کلروفیل a در لایه‌های فوقانی بیشتر از لایه‌های عمقی و حتی در لایه‌های سطحی می‌باشد (ابراهیمی، ۱۳۷۶؛ محبی، ۱۳۷۳). بنابراین از روند تغییرات عمودی آن در طول سال چنین استنباط می‌گردد که توزیع و پراکنش پلانکتونهای گیاهی در اعماق مختلف صرفنظر از تاثیر سایر عوامل محیطی، بیشتر بر اساس مقدار تابش نور خورشید صورت گرفته باشد به دلیل اینکه در نیمه اول سال که شدت تابش خورشید و درجه حرارت لایه‌های سطحی آب بیشتر از نیمه دوم سال بوده، بیشترین پراکنش آنها در لایه‌های میانی توزیع گردیده اند، مضاف بر اینکه در نیمه اول سال که طول روزها و مقدار تابش نور خورشید بیشتر از نیمه دوم سال بوده، میانگین کلروفیل - a نیز در این نیمه بیشتر از نیمه دوم سال به دست آمده است. با مقایسه نتایج مذکور و نتایج به دست آمده ملاحظه می‌گردد که به طور کلی نتایج یک‌دیگر را کاملاً تأیید می‌نمایند.

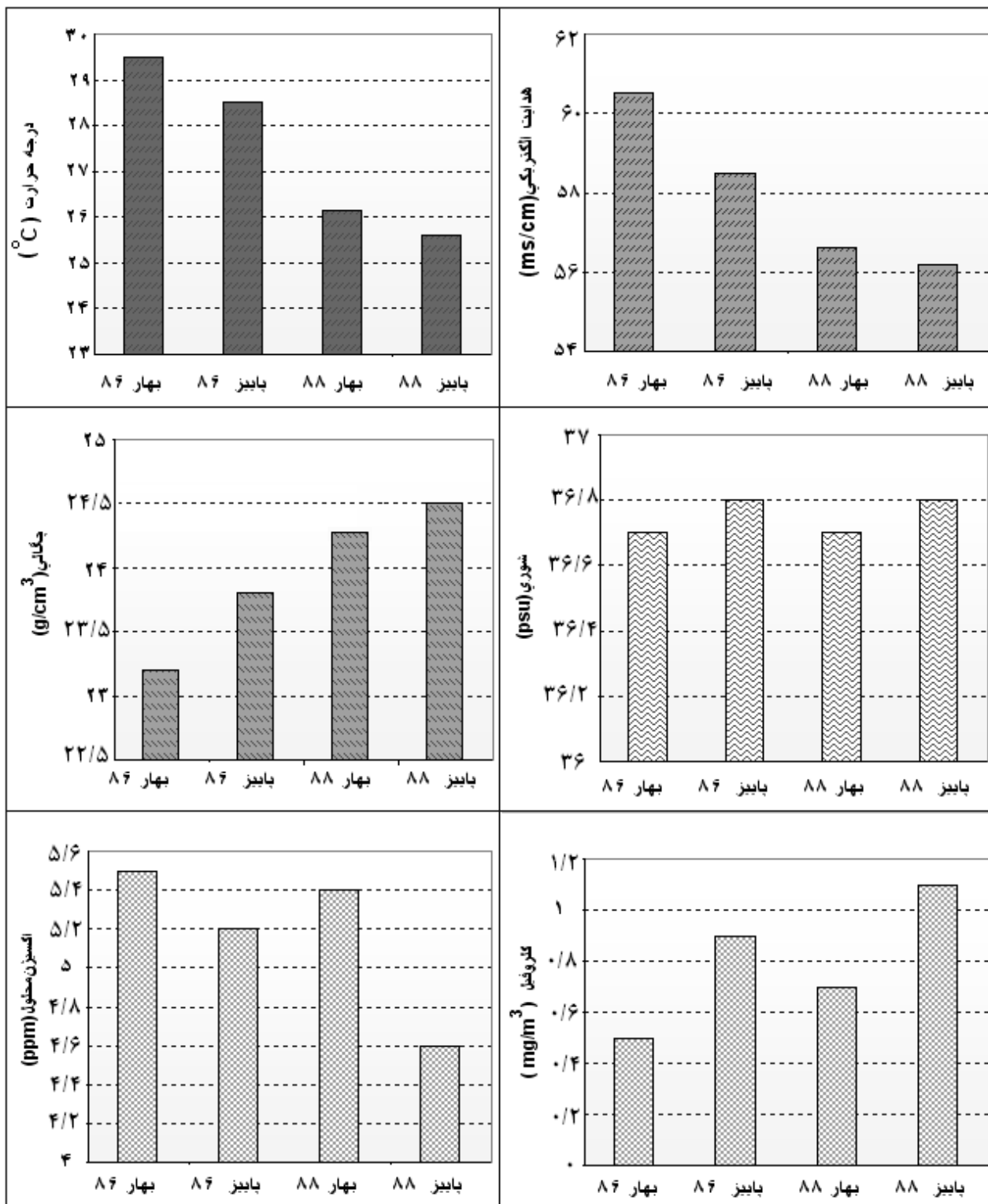
بیشترین مقدار تولید اولیه در چندین متر پایین تر از لایه های سطحی دریا حاصل می گردد و این امر به دلیل اثرات مخرب ماوراء بنفش نور خورشید در لایه های سطحی آب می باشد (Davis, 1955).



شکل ۱۳: میانگین تغییرات کلروفیل a (mg/m³) لایه‌های سطحی مناطق مورد بررسی (سال ۱۳۸۶)



شکل ۱۴: میانگین تغییرات کلروفیل (mg/m^3) لایه‌های سطحی مناطق مورد بررسی (سال ۱۳۸۶)



شکل ۱۵: میانگین تغییرات فصلی پارامترهای مورد بررسی در لایه‌های سطحی مناطق مورد بررسی

(طی سالهای ۱۳۸۶ و ۱۳۸۸)

۳-۱-۶- میانگین توزیع افقی مواد مغذی در لایه‌های سطحی

. نتایج حاصل از بررسی توزیع افقی مواد مغذی و روند تغییرات فصلی آنها در لایه های سطحی نیمه شمالی دریای عمان نشان داد که به طور کلی غلظت مواد مغذی (نترات، فسفات و سیلیکات) در لایه های سطحی این پهنه آبی، اولاً "در فصل پاییز (بعد از مانسون) بیشتر از فصل بهار (قبل از مانسون) بوده، ثانیاً" غلظت آنها چه در فصل بهار و چه در فصل پاییز از دریا به ساحل افزایش می یابد، ثالثاً "غلظت این مواد از شرق به غرب و یا از تنگه هرمز به طرف دریای عمان مخصوصاً" در فصل پاییز افزایش می یابد، علاوه بر اینکه در محدوده نواحی شرقی تنگه هرمز و روبروی نواحی بندر جاسک نیز یک افزایش نسبی از خود نشان می دهند (شکل های ۱۶ تا ۲۱).

به نظر می رسد علت اصلی افزایش مواد مغذی در فصل پاییز نسبت به فصل بهار تاثیر مانسون تابستانه بوده باشد، به دلیل اینکه در تابستان زمانیکه پدیده مانسون رخ می دهد موجب بارندگی های فراوان و سیل آسایی در کشورهای هند، پاکستان و حتی بخشی از جنوب شرقی ایران شده و در نتیجه مواد مغذی فراوانی به همراه سیلاب ها از طریق مناطق خشکی وارد دریا گردیده و باعث افزایش مواد مغذی دریا به خصوص نواحی ساحلی آن می گردد، از طرفی در زمان وقوع مانسون تابستانه وضعیت و شرایط دریا نیز به شدت متلاطم گشته و جریانهای دریایی از قبیل جریانهای فراچاهنده (upwelling) تشدید گشته و در نتیجه باعث انتقال مواد آلی و مغذی از لایه های عمقی به لایه های سطحی گردیده و بالاخره مواد مغذی لایه های سطحی افزایش می یابد در رابطه با افزایش مواد مغذی در محدوده بندر جاسک نیز به نظر می رسد که یکی از عوامل اصلی افزایش غلظت این مواد در این نواحی به خاطر وجود جریانهای فراچاهنده در این مناطق بوده باشد، به دلیل اینکه رینولدز نیز در مطالعه خود که تحت عنوان اقیانوس نگاری فیزیکی در خلیج فارس، تنگه هرمز و دریای عمان به عمل آورده، علاوه بر ترسیم هیدروگرافی عوامل محیطی منطقه از قبیل دما، شوری، چگالی و جریانهای دریایی، محدوده آبهای سواحل بندر جاسک را جزئی مناطق آبهای فراچاهنده (upwelling) گزارش نموده است (Reynolds, 1993).

به طور کلی نترات محصول نهایی اکسیداسیون ترکیبات نیتروژنی است و تغییر در غلظت آن در آب دریا نتیجه ای از اکسیداسیون آمونیاک و نیتريت می باشد. از نظر ترمودینامیکی نترات تنها حالت اکسیداسیون پایدار نیتروژن در آب دریا و در حضور اکسیژن بوده و به عنوان یکی از منابع غذایی (Nutrient) در محیط های آبی به شمار می رود (MOOPAM, 1999).

نتایج حاصله نشان داد که روند تغییرات فسفات نیز تقریباً مشابه روند تغییرات نترات می باشد، یعنی در فصل پاییز بیشتر از فصل بهار و در سال ۸۶ نیز تا حدودی بیشتر از سال ۸۸ می باشد علاوه بر اینکه غلظت آن

نیز از ساحل به دریا کاهش یافته است، اما از نظر کمی مقدار فسفات به مراتب کمتر از مقدار نترات بوده که علت آن به دلیل حلالیت بیشتر نمک‌های نترات نسبت به فسفات می باشد.

علت بالا بودن غلظت نترات به فسفات به عوامل مختلفی از جمله حضور بیشتر نیتروژن در طبیعت نسبت به فسفات و حلالیت بیشتر نمک‌های آن در آب دریا بستگی داشته بطوریکه کمتر نمک نیتروژن را می‌توان یافت که در آب نامحلول باشد در صورتی که بسیاری از نمک‌های فسفات در آب دریا نامحلولند (میر جلیلی، ۱۳۷۳)، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

از آنجا که محققین مختلف نتایج مطالعات خود را پیرامون غلظت مواد مغذی خلیج فارس و دریای عمان با دیمانسیون‌های متفاوتی (از قبیل $\mu\text{g/l}$, $\mu\text{g at/l}$, $\mu\text{g/l}$, $\mu\text{mol/l}$ و...) ارائه نموده‌اند لذا مقایسه آنها از نظر کمی بدون تبدیل واحد و یکسان سازی واحدهای آنها، مقایسه صحیحی نمی‌باشد، با این حال نتایج مطالعاتی که بطور همزمان و با دیمانسیون واحد در این دو پهنه آبی به عمل آمده نشان می‌دهد که بطور کلی غلظت مواد مغذی در دریای عمان به مراتب بیشتر از خلیج فارس می‌باشد. بطور مثال نتایج تحقیقات صورت گرفته در نواحی جنوبی خلیج فارس و دریای عمان طی سالهای ۱۹۸۶-۱۹۸۵ نشان داده است که میانگین غلظت فسفات در خلیج فارس $0/195$ و لی در دریای عمان $0/39$ میکرومول بر لیتر، همچنین مقدار نترات در خلیج فارس $0/275$ میکرومول بر لیتر و لی در دریای عمان $0/62$ میکرومول بر لیتر می‌باشد که ملاحظه می‌گردد مقدار هر دو پارامتر در دریای عمان به مراتب بیشتر از خلیج فارس بوده است. (Samra and MI, 1990)

تغییرات فصلی غلظت مواد مغذی در پیرامون دریای عمان بر اساس مونسون تغییر می‌یابد بطور مثال در طول زمان مونسون جنوب غربی، در این نواحی پدیده آبهای فراچاهنده (Upwelling) تشدید می‌گردد و به همین جهت مقادیر نترات ۵ تا ۲۰ و فسفات $1/5$ تا $2/5$ میلی‌گرم در لیتر بر متر مکعب افزایش می‌یابد که این مقادیر نسبت به سایر مواقع پنج برابر بیشتر می‌باشد (UNEP, 1999).

در این بررسی دامنه تغییرات سیلیکات در لایه‌های سطحی محدوده آب‌های ایرانی دریای عمان، تقریباً مثل روند تغییرات سایر مواد مغذی، از دریا به ساحل و از غرب به شرق (از سمت تنگه هرمز به طرف دریای عمان) افزایش نشان داد و علاوه بر آن در فصول پاییز (بعد از مونسون تابستانه) نیز غلظت آن بیشتر از فصل بهار (قبل از مونسون) به دست آمد.

ساختار توزیع عمودی غلظت مواد مغذی و روند تغییرات فصلی آنها در لایه‌های عمقی مختلف نیمه شمالی دریای عمان نشان داد که به طور کلی غلظت آنها چه در نیمه اول سال و چه در نیمه دوم سال از سطح به عمق افزایش می‌یابد (جداول ۶ تا ۹ ضمائم). با توجه به اینکه تراکم پلانکتون‌های گیاهی در لایه‌های سطحی و فوقانی بیشتر از لایه‌های تحتانی می‌باشد لذا مقدار مواد مغذی در این لایه‌ها بر اثر

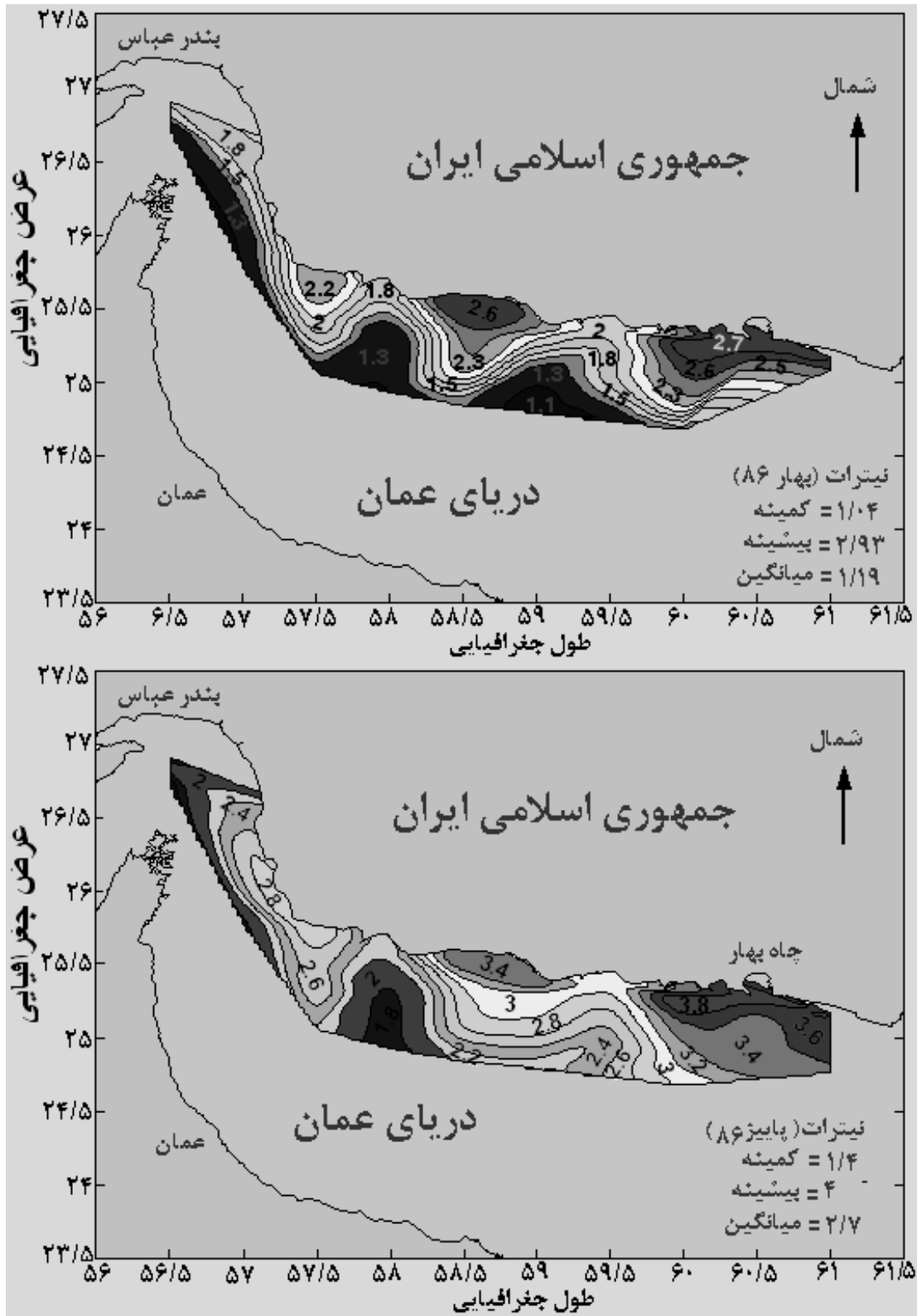
مصرف پلانکتون‌ها کاهش یافته و کمتر از لایه‌های عمقی می‌باشد، اما در لایه‌های عمقی که از تراکم فیتوپلانکتونها کاسته می‌شود یا به بیان دیگر تراکم مصرف کننده‌گان کاهش می‌یابد غلظت مواد مغذی افزایش نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که نتایج به دست آمده با نتایج سایر محققین هم‌خوانی دارد.

مطالعات انجام شده در رابطه با غلظت مواد مغذی در لایه‌های عمقی مختلف مواد مغذی در نواحی جنوبی دریای عمان نیز نشان داده است که غلظت این مواد از سطح به عمق افزایش می‌یابد، به طور مثال میانگین مقدار فسفات و نترات در لایه‌های عمقی ۱ تا ۲۰ متری به ترتیب حدود ۰/۳۹ و ۶۲/ میکرومول بر لیتر، اما در لایه‌های عمقی ۵۰ تا ۲۰۰ متری به ترتیب ۱/۰۲۸ و ۸/۷۲ میکرومول بر لیتر گزارش شده است (Samra and MI, 1990).

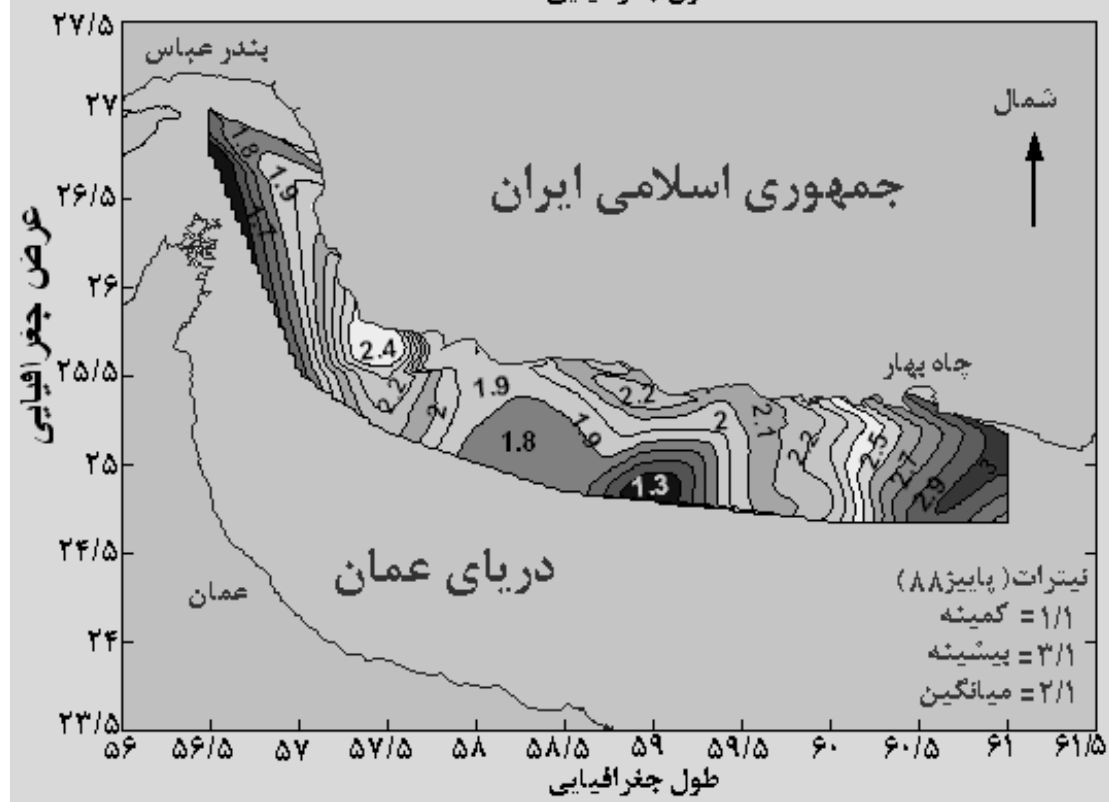
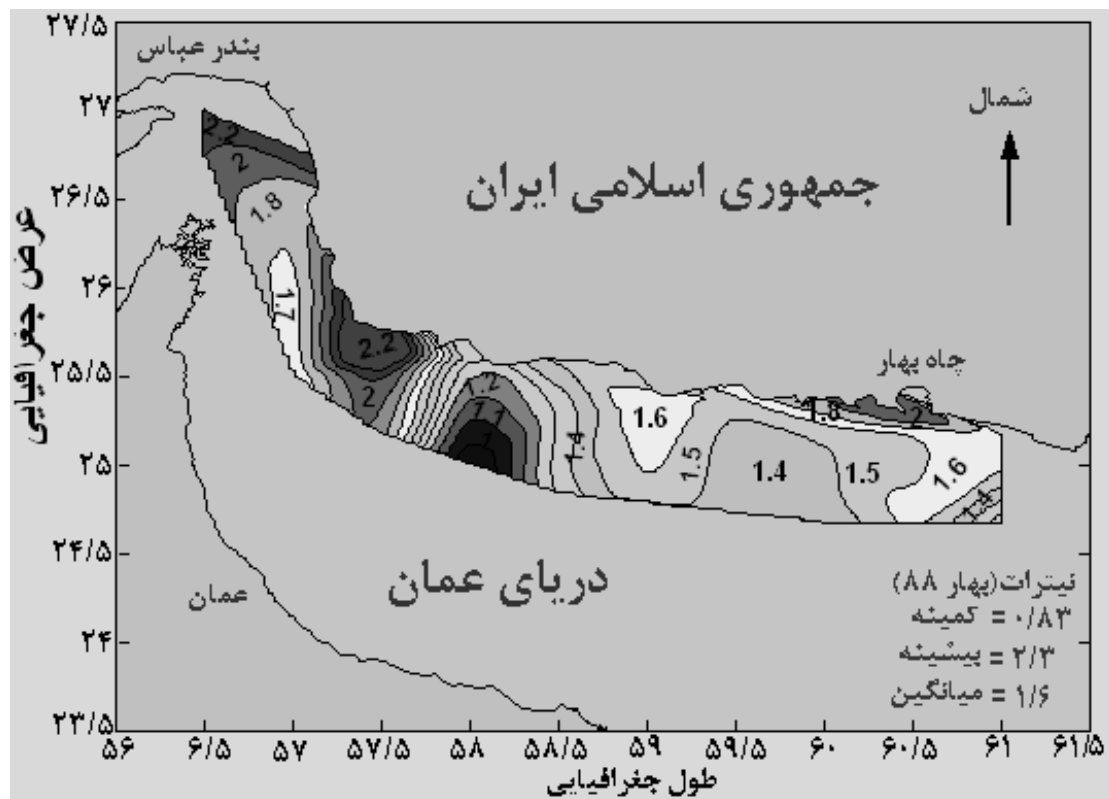
نتایج حاصل از مطالعات انجام شده در دریای عرب نیز نشان داده است که با افزایش عمق آب غلظت مواد مغذی نیز افزایش می‌یابد (Blackford and Burkill, 2002).

ته نشینی مواد آلی معلق و جابجائی پلانکتون‌های جانوری و سایر جاندارانی که از ارگانیزم‌های کوچک یا دتیرتوس Detritus تغذیه می‌کنند موجب حرکت مواد مغذی از منطقه قابل نفوذ نور به سمت لایه‌های عمقی پایین تر شده و در نتیجه با افزایش عمق آب غلظت مواد مغذی نیز افزایش می‌یابد (Brown, et al., 1989).

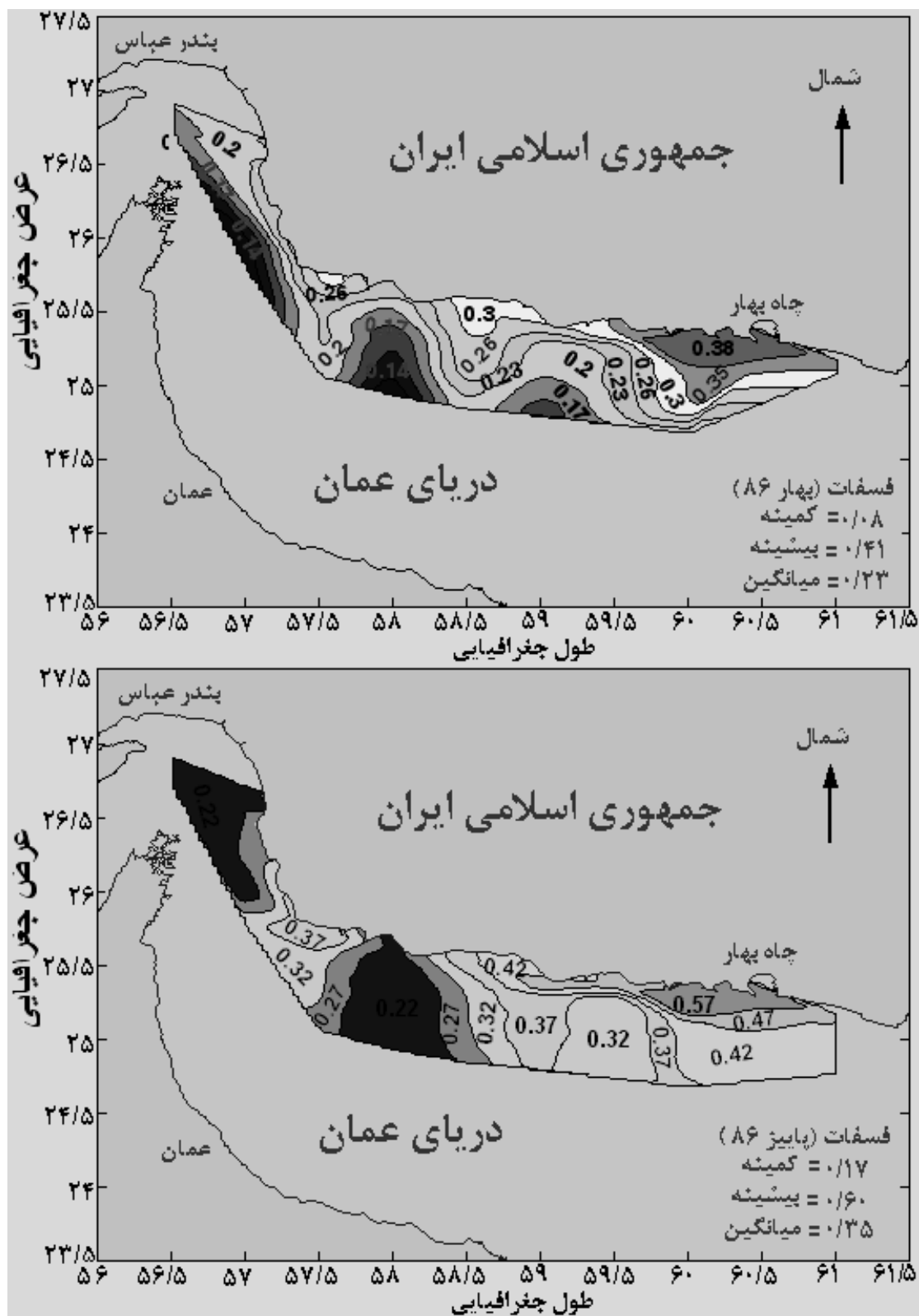
نتایج مطالعات انجام شده در آبهای ساحلی استان هرمزگان نیز نشان داده است که روند تغییرات عمودی مواد مغذی از سطح به عمق افزایش می‌یابد و غلظت آنها در زمستان بیشتر از تابستان می‌باشد (ابراهیمی، ۱۳۷۶).



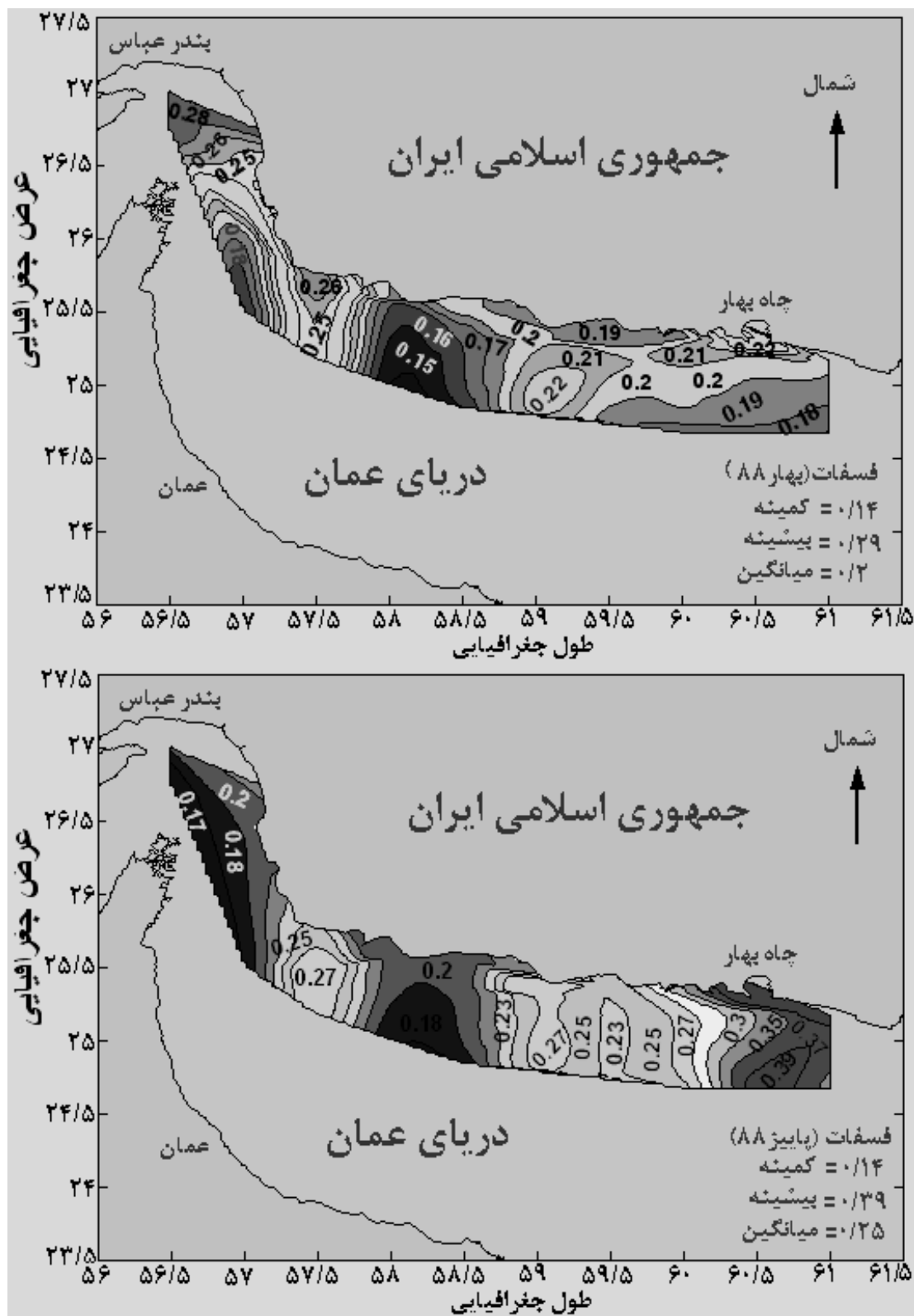
شکل ۱۶: میانگین تغییرات نیترات (میکرومول در لیتر) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۸۶)



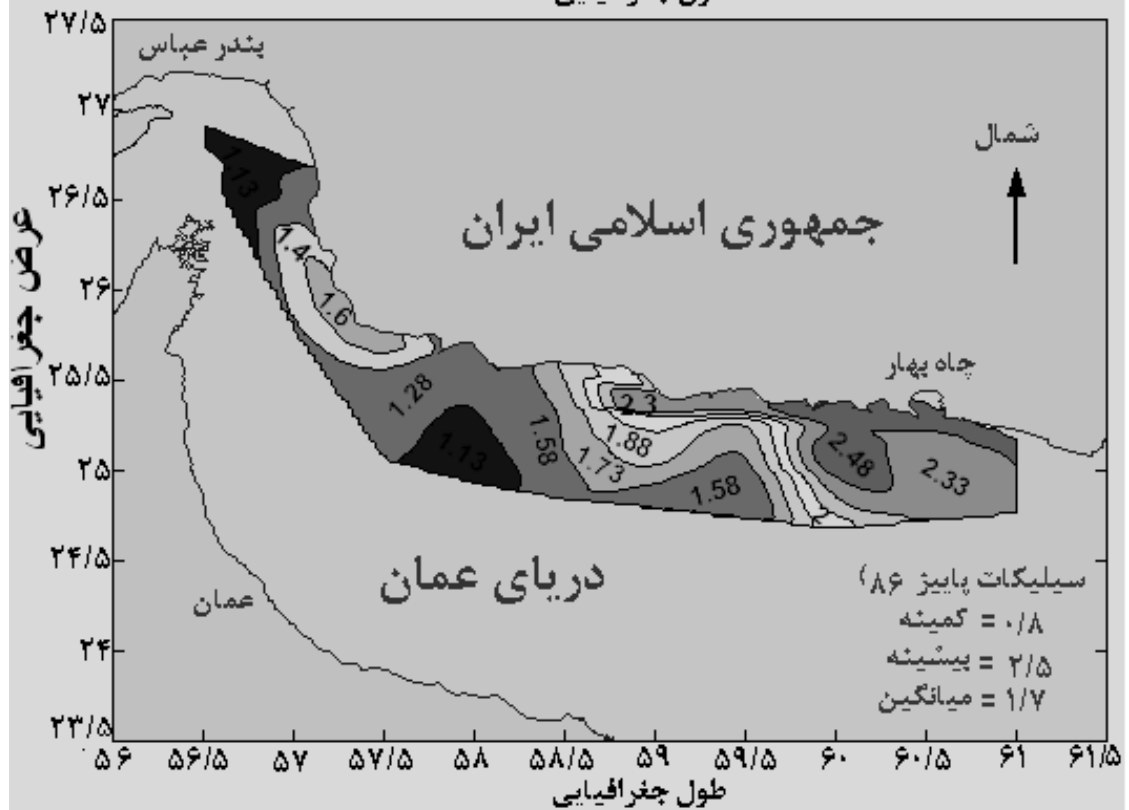
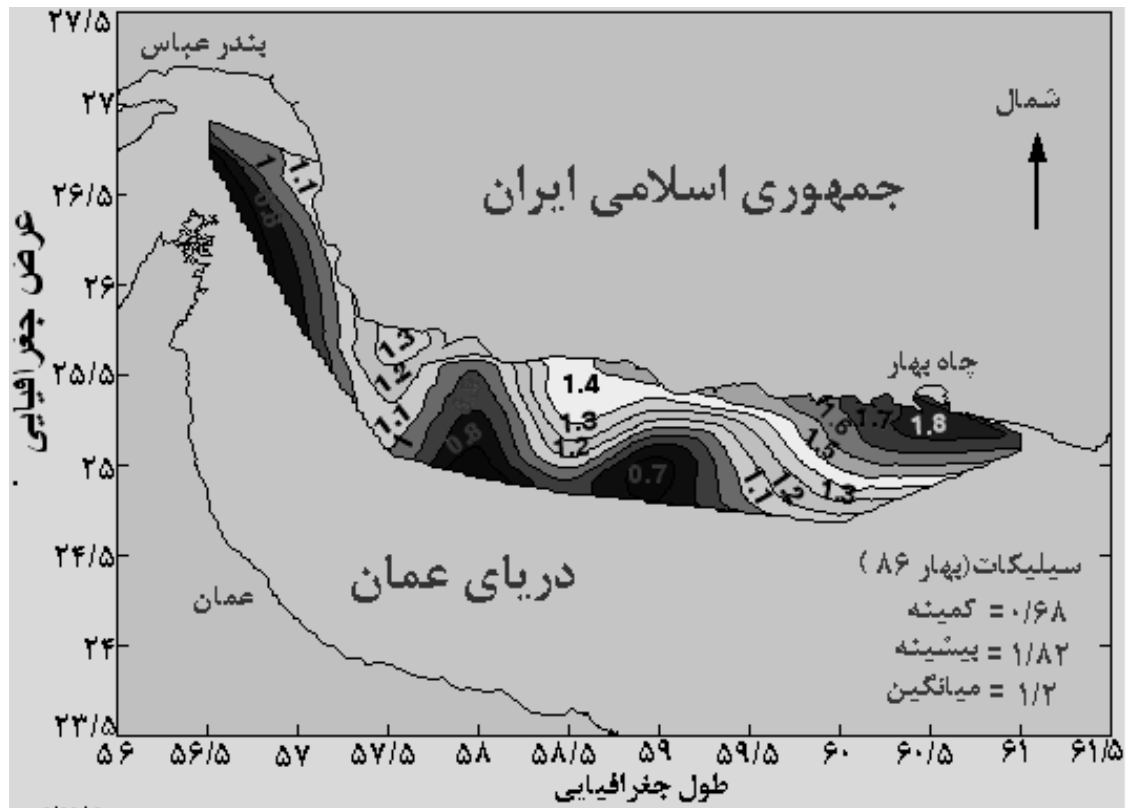
شکل ۱۷: میانگین تغییرات نیرات (میکرومول در لیتر) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۸۸)



شکل ۱۸: میانگین تغییرات فسفات (میکرومول در لیتر) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۸۶)

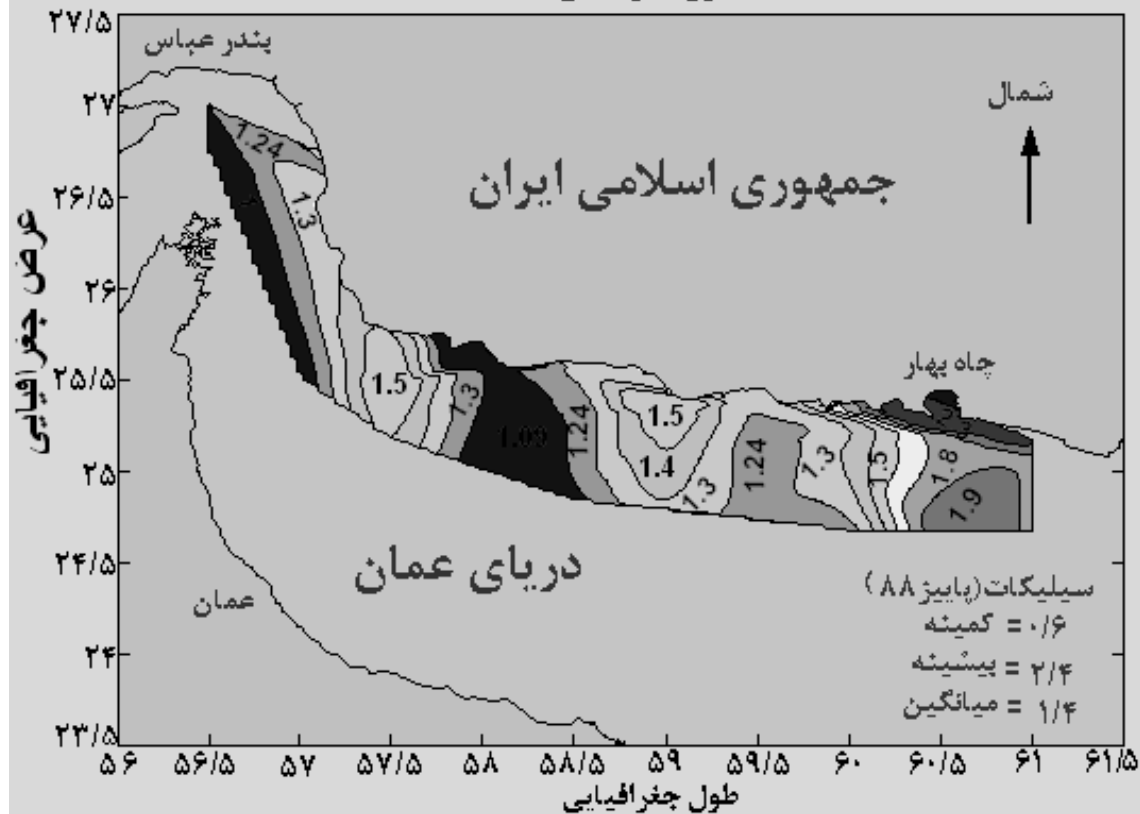
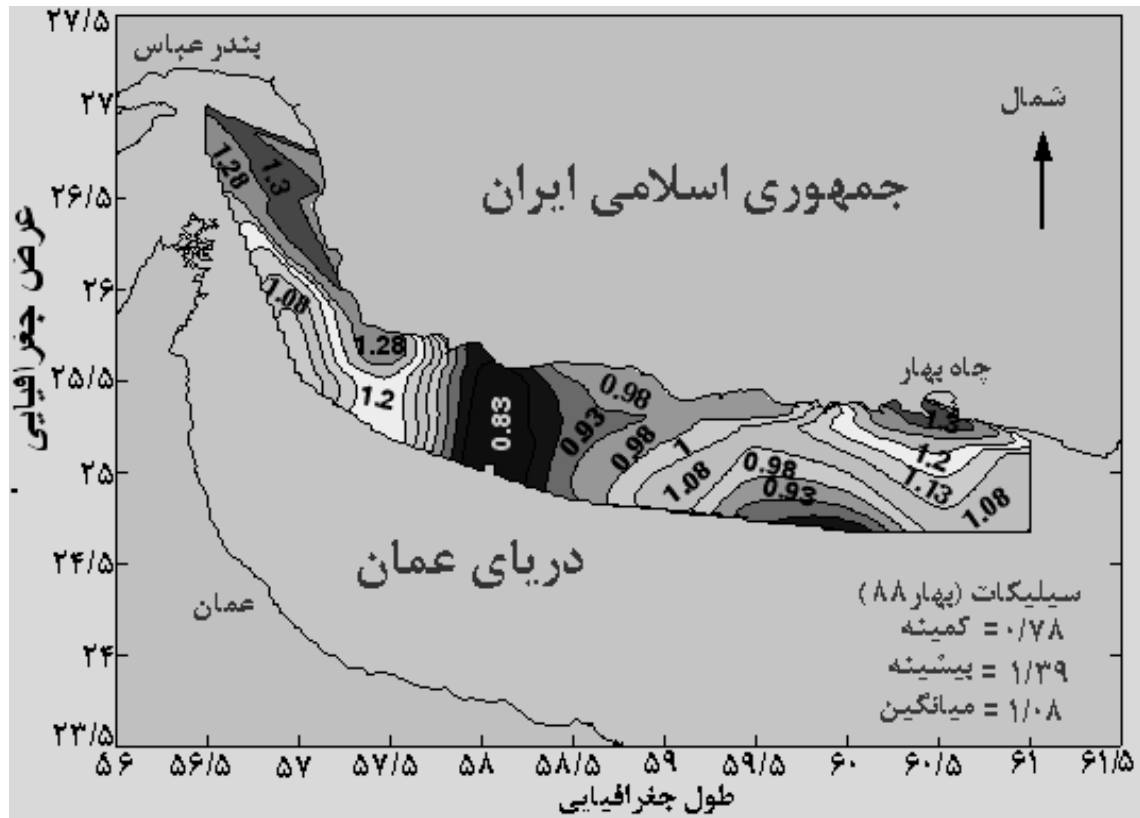


شکل ۱۹: میانگین تغییرات فسفات (میکرومول در لیترا) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۸۸)



شکل ۲۰: میانگین تغییرات سیلیکات (میکرومول در لیتر) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال

۸۶)



شکل ۲۱: میانگین تغییرات سیلیکات (میکرومول در لیتر) در لایه‌های سطحی نیمه شمالی دریای عمان (سال ۸۸)

۳-۲- پلانکتون

۳-۲-۱- پلانکتون‌های گیاهی

پلانکتون‌ها یکی از تشکیل دهندگان مهم اکوسیستم آبی به‌شمار رفته و بیشتر از ۹۵٪ از تولید اولیه را فیتوپلانکتون‌ها به‌عهده دارند (Lewis, 1974). در مناطق دریایی ترکیب گونه‌ای، تنوع و تراکم پلانکتون‌ها از یک ساحل به ساحل دیگر، از نظر مکانی و زمانی متفاوت بوده و بستگی به شرایط هر منطقه دارد (Prabhakar, et al., 2011).

از آنجاکه دسترسی به نتایج مطالعات انجام شده در رابطه با اطلاعات پلانکتونی در دریای عمان به خصوص نیمه شمالی آن یعنی آبهای محدوده ایران بسیار اندک بود، از طرفی بادر نظر گرفتن اینکه آبهای دریای عمان با پهنه‌های آبی خلیج فارس و اقیانوس هند مرتبط می‌باشد، لذا سعی شده است نتایج این تحقیق نیز بیشتر با نتایج مطالعات پلانکتون انجام شده در این پهنه‌های آبی مورد بحث و مقایسه قرار گیرد.

در این مطالعه ۶ شاخه، ۹۸ جنس و گونه از باسیلاریوفیته‌ها، ۱۱۹ جنس و گونه از دینوفیته‌ها، ۶ جنس از سیانوفیته‌ها و یک جنس از کروموفیته‌ها با پراکنش و تراکم متفاوت ثبت گردید. در پیش مونسون سال ۸۶، ۱۲۴ گونه پلانکتون گیاهی شناسایی گردید که از نظر درصد فراوانی شاخه‌های فیتوپلانکتونی، به ترتیب دینوفیته‌ها ۷۱/۶، باسیلاریوفیته‌ها ۲۷/۳، سیانوفیته‌ها ۱/۷ و کروموفیته‌ها ۰/۰۲ درصد به دست آمد، همچنین در پس مونسون ۸۶ نیز ۸۷ گونه پلانکتون گیاهی شناسایی گردید که از نظر درصد فراوانی (بدون احتساب *Cochlodinium*)، باسیلاریوفیته‌ها ۹۵/۴ درصد، دینوفیته‌ها ۴/۴ درصد، سیانوفیته‌ها ۰/۰۵ درصد، کروموفیته‌ها ۰/۰۲ درصد و کلروفیته‌ها ۰/۰۳ درصد مشاهده شدند.

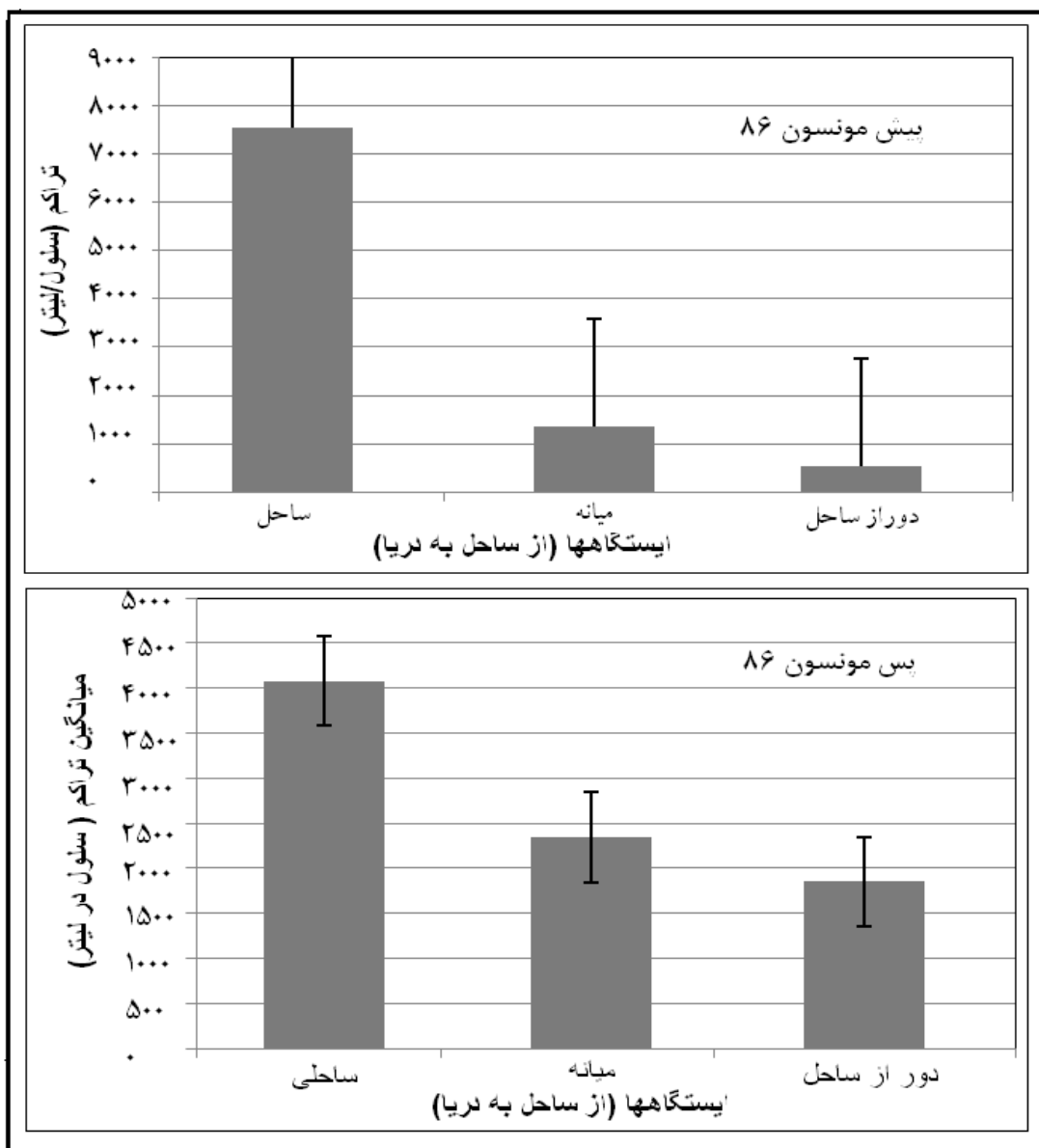
نتایج فوق با نتایج سایر محققینی که در خلیج فارس و دریای عمان به عمل آمده همخوانی دارد. بطور مثال در مطالعات به عمل آمده بر روی آبهای محدوده ایرانی خلیج فارس نیز از ۸۰ جنس پلانکتون گیاهی شناسایی شده ۵۳ جنس متعلق به دیاتومه‌ها و ۲۱ جنس متعلق به سیانوفیته‌ها بوده و علاوه بر آن نتایج تاکسونومی نیز نشان داده است که در خلیج فارس سیانوفیته‌ها از استان هرمزگان تا خوزستان غالب بوده، به‌طوری‌که در محدوده استان هرمزگان ۶۱ درصد، استان بوشهر ۵۲ درصد و در محدوده استان خوزستان ۴۷/۶ درصد از کل فیتوپلانکتون‌ها را شامل بوده‌اند (فلاحی و همکاران، ۱۳۸۲)، همچنین در نتایج AL-A- Azri and Piontkovski در سال ۲۰۱۰ در دریای عمان، دیاتومه‌ها به عنوان مهمترین گروه در بیشترین زمان سال بوده، اما در یک دوره کوتاه دینوفلاژله‌ها گروه غالب بوده‌اند. علاوه بر اینکه محققین مذکور اظهار

داشته‌اند که در ابتدای بهار در صد مهم فیتوپلانکتونی را دینوفلاژله‌ها و کمترین تراکم را سیانوفیسه‌ها داشته و ابراز داشته‌اند که سیانوفیسه‌ها در جایی که غلظت نیتريت و نترات اندک ولی غلظت فسفات بالا بوده رشد می‌نمایند.

نتایج حاصل از بررسی میانگین تغییرات پلانکتون‌های گیاهی از ساحل به دریا (طی سال‌های ۸۶ و ۸۸) نشان داد که هم در پیش مونسون و هم در پس مونسون، تراکم فیتوپلانکتون‌ها از ساحل به دریا کاهش یافته، به طوری که مناطق ساحلی از بیشترین تراکم و درصد فراوانی برخوردار می‌باشند. علاوه بر اینکه میانگین تراکم پلانکتون‌های گیاهی، در پس مونسون بیشتر از پیش مونسون می‌باشد (شکل‌های ۲۲ و ۲۳).

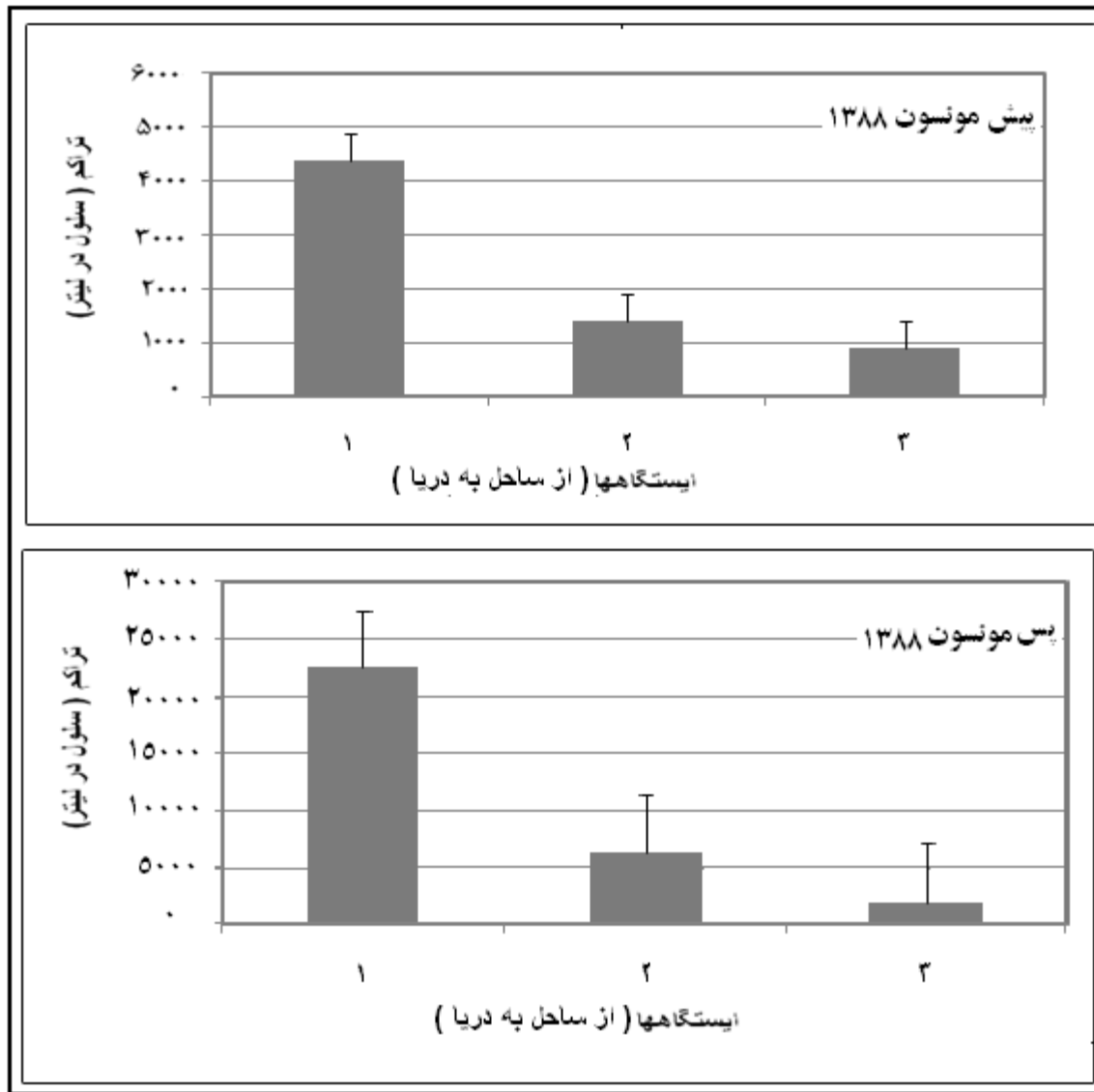
به طور کلی تراکم زی شناوران گیاهی متاثر از عوامل مختلفی از قبیل شرایط جوی، مواد مغذی، شرایط فیزیکی، شیمیایی و بوم سازه‌های دریایی می‌باشند، بر همین اساس و در رابطه با دلایل بالا بودن تراکم پلانکتون‌های گیاهی در مناطق ساحلی نسبت به مناطق دریایی، می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود

اولا نتایج حاصل از بررسی گروه‌های مختلف فیتوپلانکتونی نشان داد که تراکم باسیلاریو فیسه‌ها و دینوفیسه‌ها در ایستگاه‌های ساحلی بیشتر از ایستگاه‌های دریایی بوده از نظر آماری نیز اختلاف معنی داری از لحاظ حضور این دو گروه از خط ساحلی تا نواحی دور از ساحل مشاهده گردید ($p < 0.05$) اما در تراکم سایر گروه‌ها از خط ساحلی به سمت دور از ساحل اختلاف معنی داری مشاهده نگردید ($p > 0.05$). بنابر این تجمع باسیلاریو فیسه‌ها و دینوفیسه‌ها در بالا بودن تراکم مناطق ساحلی نقش عمده‌ای (نسبت به سایر گروه‌ها) داشته‌اند. ثانيا همان‌طور که در دربخش اول گزارش (مبحث فیزیکی شیمیایی) ملاحظه گردید، غلظت مواد مغذی و کلروفیل a نیز در مناطق ساحلی بیشتر از مناطق دریایی بود، بنابر این یکی دیگر از دلایل بالا بودن تراکم پلانکتون‌های گیاهی در مناطق ساحلی نسبت به مناطق دریایی رامی‌توان به نحوه توزیع تغییرات غلظت مواد مغذی و کلروفیل a در این مناطق نسبت داد چراکه نتایج حاصل از بررسی همبستگی میان پلانکتون‌های گیاهی با کلروفیل a، در کل لایه‌های سطحی (۱ تا ۲۵ متر) مناطق مورد نظر در بهار ۸۶، پاییز ۸۶، بهار ۸۸ و پاییز ۸۸ به ترتیب مثبت ۰/۷۱، ۰/۲۱، ۰/۳۶ و ۰/۶۸ به دست آمد، علاوه بر این نتایج بررسی همبستگی میان پلانکتون‌های گیاهی با مواد مغذی نیز نشان داد که در بهار ۸۶، پاییز ۸۶، بهار ۸۸ و پاییز ۸۸ بین تراکم پلانکتونی و نترات به ترتیب ۰/۴۳، ۰/۱۳، ۰/۴۱، ۰/۱۲، بین تراکم پلانکتونی و فسفات به ترتیب ۰/۴۷، ۰/۲۰، ۰/۴۸، ۰/۱۱، و بین تراکم پلانکتونی و سیلیکات به ترتیب ۰/۵۳، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۱۶ مثبت وجود دارد.



شکل ۲۲: میانگین تغییرات پلانکتون گیاهی از ساحل به دریا (سال ۱۳۸۶)

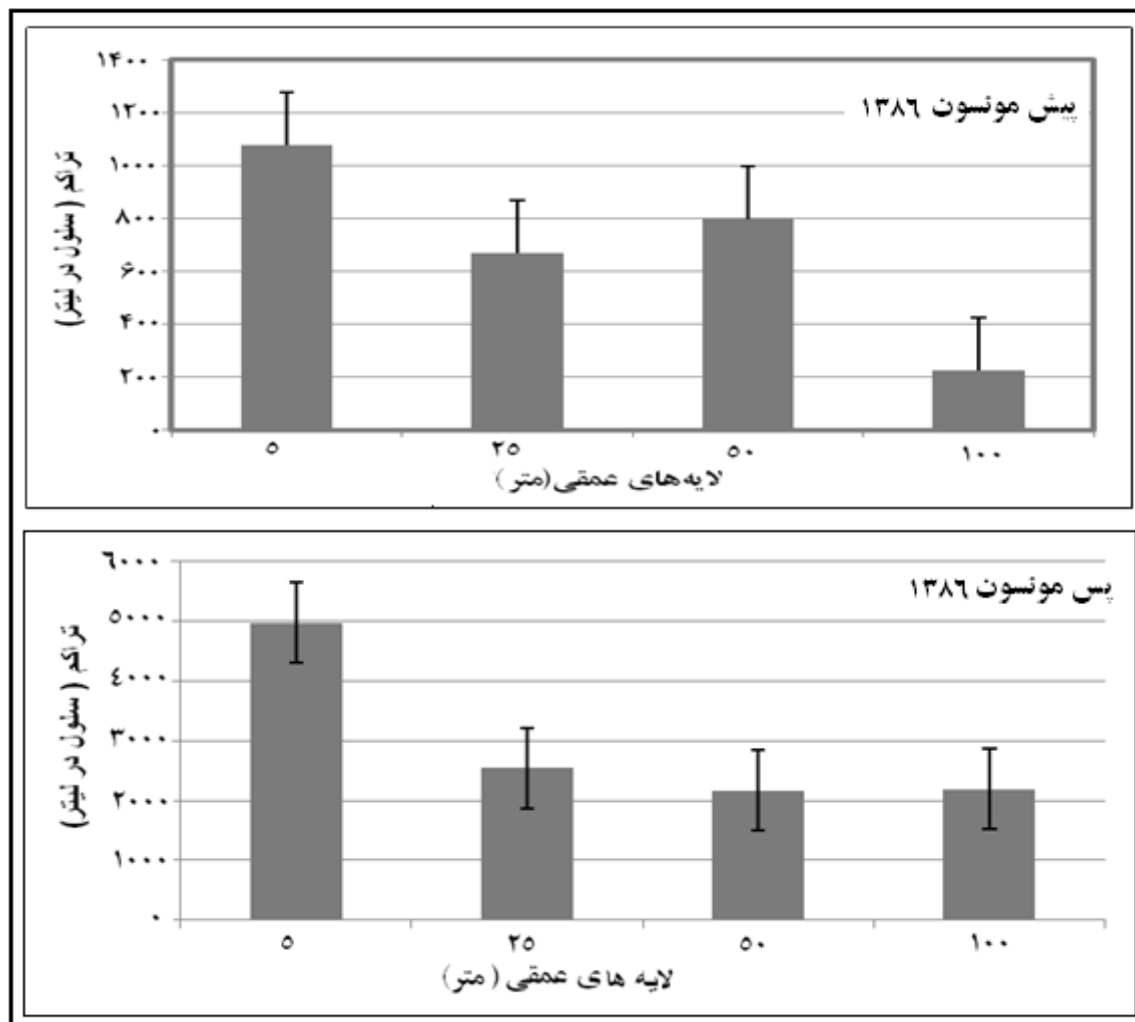
در تحقیق فلاحی و همکاران در سال ۱۳۸۰ (منتشر شده در سال ۱۳۸۲) حضور سیانوفیسه ها با ۵۱ درصد و دیاتومه ها با ۱۱ درصد فراوانی ثبت گردید که این کاهش سیانوفیسه هارا به خوبی نشان می دهد. در تحقیق حاضر نیز سیانو فیسه ها کمترین درصد فراوانی را در پیش مونسون دارا بوده و درصد فراوانی بالای آنها در پس مونسون بوده است.



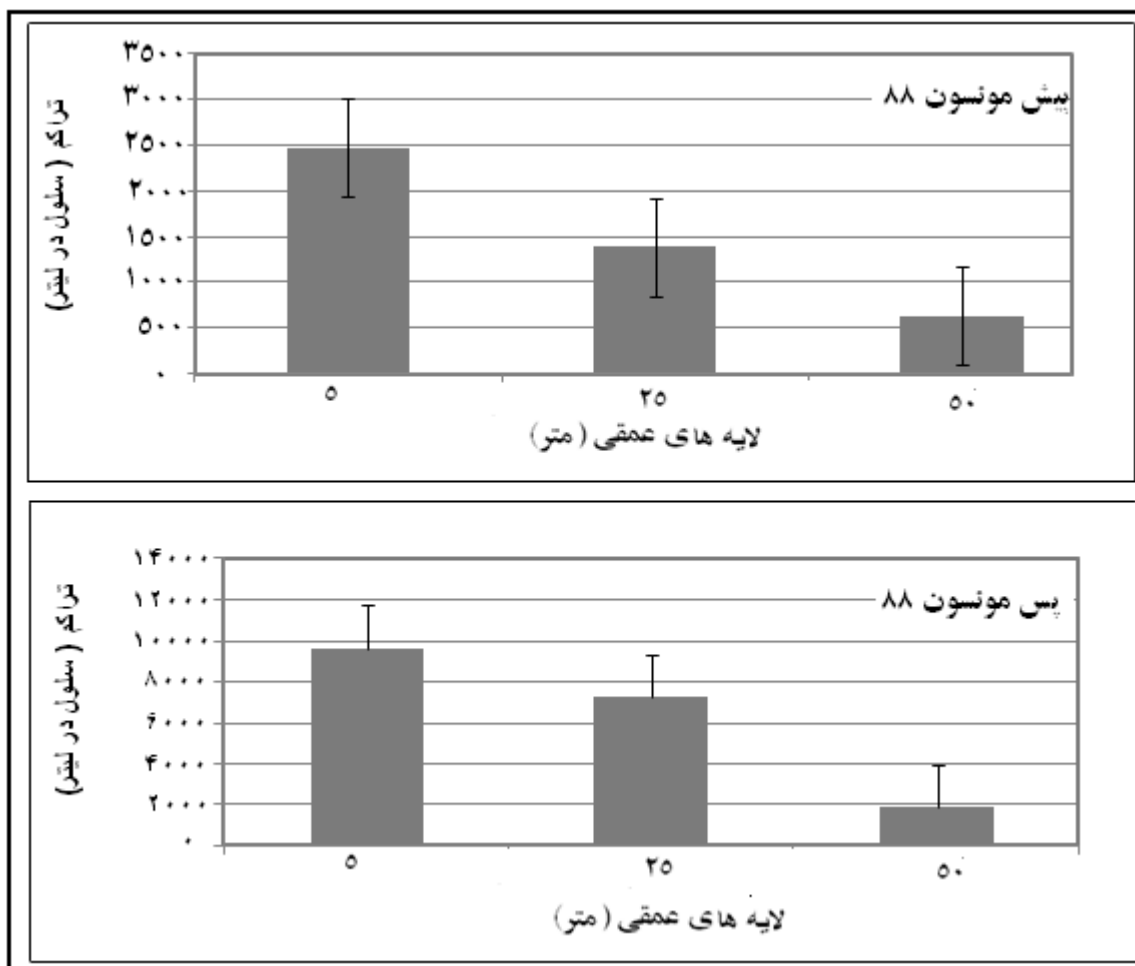
شکل ۲۳: میانگین تغییرات پلانکتون گیاهی از ساحل به دریا (سال ۱۳۸۸)

به طور کلی به نظر می‌رسد بر خلاف سالهای قبل شرایط محیطی برای رشد سیانوفیسه نامناسب گشته، یا به بیان دیگر تغییراتی در اکوسیستم‌های جنوبی کشور به وجود آمده، چرا که در بررسیهای به عمل آمده در یک دوره ۶ ساله ۱۳۷۶-۱۳۷۱ در آبهای استان هرمزگان شکوفایی *Oscillatoria* مشاهده شده و علاوه بر این رشد این فیتوپلانکتون از اوایل خردادماه شروع و در تیر و مردادماه به حداکثر میزان می‌رسید و گاهی تا اوایل مهر ماه در آبهای منطقه به میزان اندک دیده می‌شد و اینگونه شکوفایی هیچگونه مرگ و میری نیز در برداشته است. (سراجی ۱۳۷۷) ولی در تحقیق اخیر از میزان سیانوفیسه ها به شدت کاسته شده و مواجهه با شکوفایی سایر گروهها بوده ایم.

نمونه برداری در سال ۸۶، از چهار لایه عمقی (یعنی لایه سطحی، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ متری) اما در سال ۸۸ از سه لایه عمقی (یعنی لایه سطحی، ۲۵ و ۵۰ متری) به انجام رسید. نتایج حاصل از بررسی میانگین تغییرات پلانکتون‌های گیاهی در لایه های عمقی مختلف نشان داد که تراکم آنها از سطح به عمق کاهش یافته به طوریکه بیشترین تراکم در لایه سطحی (652 ± 4981 cell/lit) مشاهده گردید (شکل‌های ۲۴ و ۲۵). تراکم گروه‌ها در لایه‌های سطحی (۱ تا ۲۵ متر) عبارت بود از باسیلاریو فیسسه‌ها (1626 ± 261)، دینوفیسسه‌ها (107 ± 13)، سیانوفیسسه‌ها (87 ± 47) ککلودینیوم (160 ± 155) کروموفایتا (17 ± 8)، کلروفایتا (20 ± 11) و در لایه‌های عمقی (۵۰ تا ۱۰۰ متر) به ترتیب (414 ± 50)، (84 ± 16)، (9 ± 1)، (1299 ± 128)، (17 ± 1) (80 ± 6). تراکم باسیلاریوفیسسه در دو لایه اختلاف معنی داری نشان داد ($p < 0.05$).



شکل ۲۴: میانگین تراکم پلانکتون گیاهی در لایه های مختلف عمقی (سال ۱۳۸۶)

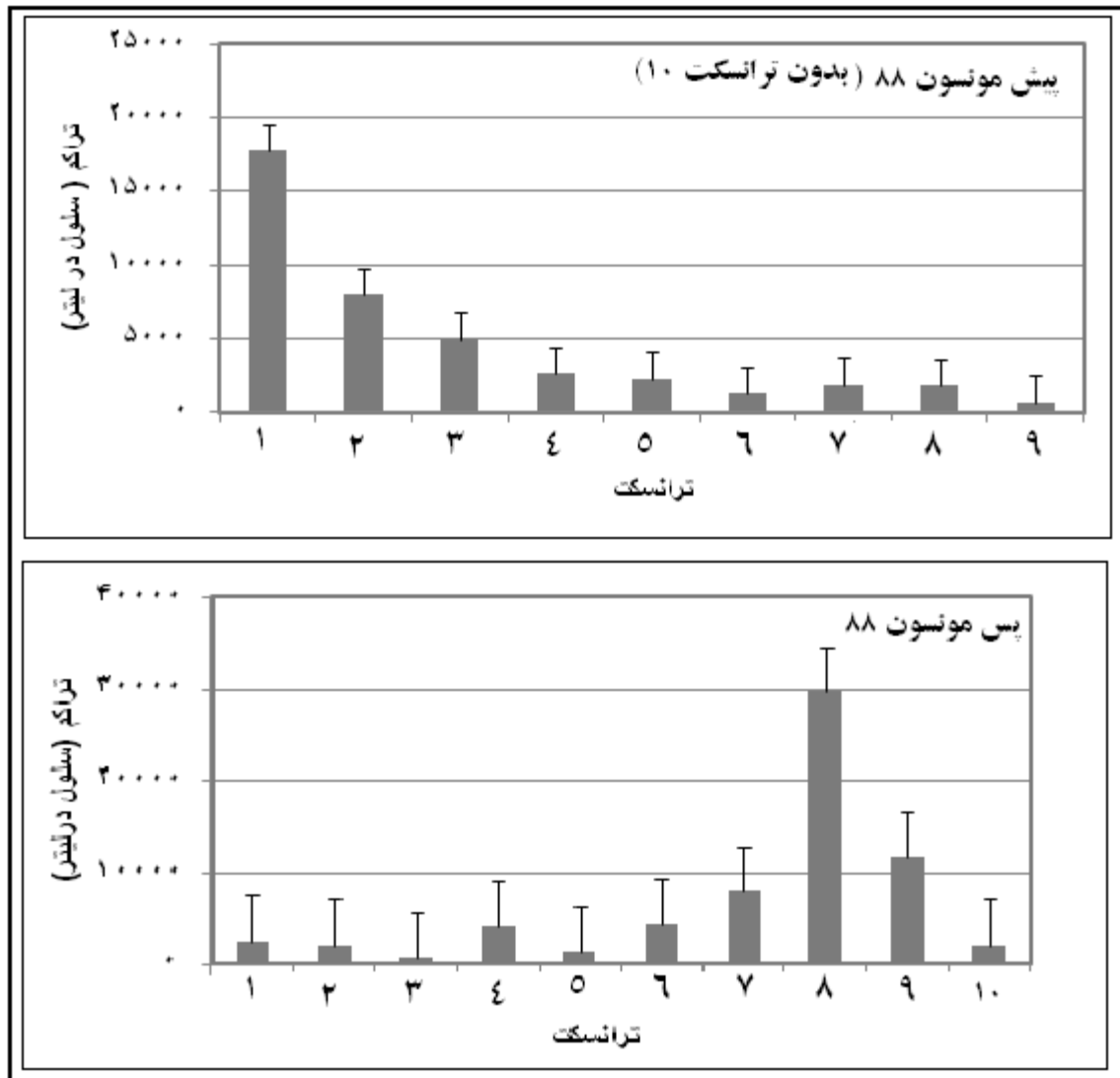


شکل ۲۵: میانگین تراکم پلانکتون گیاهی در لایه های مختلف عمقی (سال ۱۳۸۸)

با توجه به شکلهای ۲۴ و ۲۵ ملاحظه می گردد که روند تغییرات عمودی میانگین تراکم پلانکتون های گیاهی از سطح به عمق یک روند طبیعی داشته است، چرا که اساسا با افزایش عمق آب، شرایط زیستی نیز از جنبه های مختلف (از جمله فشار، درجه حرارت و میزان نفوذ پذیری نور) برای این زی شناوران نا مساعد می گردد، علاوه بر اینکه نتایج حاصل از بررسی پروفیل های عمودی کلروفیل a نشان داد که غلظت آن نیز از سطح به عمق کاهش می یابد. به نظر می رسد این روند تغییرات پلانکتون های گیاهی در نحوه توزیع عمودی مواد مغذی نیز تاثیر گذار بوده باشد به دلیل اینکه پلانکتون های گیاهی از سطح به عمق کاهش، اما میزان مواد مغذی افزایش نشان داد. به بیان دیگر در لایه های سطحی و فوقانی که پراکنش و تراکم فیتو پلانکتون ها بالا بوده غلظت مواد مغذی بر اثر مصرف شدن توسط این زی شناوران کاهش و در لایه های عمقی برعکس، از تراکم آنها کم می شود ولی غلظت مواد مغذی افزایش می یابد.

به طور کلی چه در سال ۸۶ و چه در سال ۸۸ تراکم پلانکتونهای گیاهی در پس مونسون به مراتب بیشتر از پیش مونسون به دست آمد و این تفاوت از نظر آماری نیز معنی دار بود ($p < 0.05$). بنابراین می توان گفت که مونسون تابستانه از نظر حاصلخیزی و بارور شدن آبهای دریای عمان تاثیر بسزایی می گذارد، به دلیل اینکه که در زمان وقوع این پدیده بیشترین بارندگی در منطقه (بخصوص در نیمه شرقی دریای عمان) بوجود آمده و دریا نیز در این مدت مطالب گشته و بر اثر جریانهای دریایی (بخصوص فراچاهنده) مواد مغذی از لایه های عمقی به لایه های سطحی و فوقانی انتقال یافته و در نتیجه شرایط مساعدی را از نظر زیستی فراهم می نماید، علاوه بر این نتایج مربوط به مواد مغذی و کلوفیل a نیز نشان داد که میانگین غلظت آنها در پس مونسون بیشتر از پیش مونسون می باشد.

در تحقیق حاضر میانگین تراکم پلانکتونهای گیاهی در لایه سطحی مربوط به هریک از ترانسکت های دهگانه به تفکیک مورد مقایسه قرار گرفت. در سال ۸۶ یک روند افزایشی یا کاهشی منظم از غرب به شرق مشاهده نگردید، به عبارت دیگر با وجود اینکه در مجموع، میانگین تراکم در نیمه شرقی کمی بیشتر از نیمه غربی بود اما از غرب به شرق از روند خاصی پیروی نکرده و همواره از نوسانات افزایشی و کاهشی برخوردار بود، اما در پیش مونسون ۸۸ این روند از غرب به شرق کاهشی و در پس مونسون افزایشی به دست آمد (شکل ۲۶). به نظر می رسد یکی از عواملی که باعث گردیده تا توزیع افقی (غرب به شرق) فیتوپلانکتون ها از روند خاصی پیروی ننمایند، تاثیر گذاری شکوفایی جلبکی ککلودینیوم بوده باشد. به دلیل اینکه علی رغم برقراری اوج شکوفایی این جلبک در سال ۷۷ در منطقه، اما اثرات آن تا سال ۸۸ نیز در منطقه باقی مانده بود به طوریکه در نمونه برداری پیش مونسون ۸۸ حضور این جلبک در ترانسکت دهم و همچنین در ترانسکت های اول تا سوم (محدوده تنگه هرمز) با تراکم بالا مشاهده گردید به همین جهت با توجه به شکل ۲۶ ملاحظه می گردد که در پیش مونسون ۸۸ (بدون در نظر گرفتن ترانسکت دهم) تراکم در نیمه شمال غربی دریای عمان که اثرات بلوم در آنجا وجود داشته به مراتب بیشتر از نیمه شرقی می باشد. در صورتیکه در پس مونسون ۸۸ که تقریباً اثرات کشند رو به اتمام بوده، تراکم در نیمه شرقی بیشتر از نیمه غربی بوده است. بر مبنای نتایج آماری استنباط می گردد با افزایش شوری در آبهای دریایی از میزان تراکم پلانکتون گیاهی کاسته شده به طوریکه هرچه شوری کاهش یافته بر تراکم زی شناوران گیاهی افزوده شده است، همچنین میزان تراکم پلانکتون گیاهی در آبهای ساحلی با توجه به ورودیهای آبهای شیرین و کاهش شوری از بخش دریایی با لاتر به دست آمد.



شکل ۲۶: میانگین تغییرات پلانکتون گیاهی در ترانسکت های مورد بررسی (سال ۱۳۸۸)

از آنجا که در سال ۸۷ نمونه برداری نداشتیم، نمونه برداری ها فقط طی سالهای ۸۶ و ۸۸ به انجام رسیده، اما از طرفی اوج شکوفایی *Cochlodinium* در منطقه در سال ۸۷ به وقوع پیوست ولی با این وجود اثرات آن در نتایج حاصل از این تحقیق نیز تاثیر گذار بوده لذا به نظر می رسد لازم باشد در این رابطه توضیح مختصری داده شود.

Piontkovski *et al* 2011 نتایج حاصل از تحقیق خود را کاهش دیاتومه ها از سال ۱۹۹۷ تا سال ۲۰۰۷ و بیشترین میزان کلروفیل a را در دریای عمان در ماه فوریه گزارش نموده و اظهار داشته اند، علی رغم شکوفایی سال های قبل که عمدتاً "*Noctiluca scintillans*" بوده از شکوفایی *Cochlodinium polykrikoides* اولین بار در منطقه خبر داده و شروع این شکوفایی را سپتامبر گزارش نموده اند. این فیتوپلانکتون قبلاً

دردریای عمان گزارش نشده بود ولی شکوفایی این گونه قبلاً" به میزان وسیع در سواحل هند و کره گزارش شده بود (Kim et al 2007). این شکوفایی ابتدا در قسمت شرق دریای عمان و چند هفته بعد با وسعت ۱۰۰ کیلومتر در جنوب دریای عمان توسط این محققین اعلام شد، تراکم این فیتوپلانکتون ۴۲۷۰۰۰ سلول در لیتر در منطقه به دست آمد این محققین آب توازان کشتی ها و یا جابجایی آن از سواحل ایرانی و هند را سبب انتقال این گونه دانسته اند .

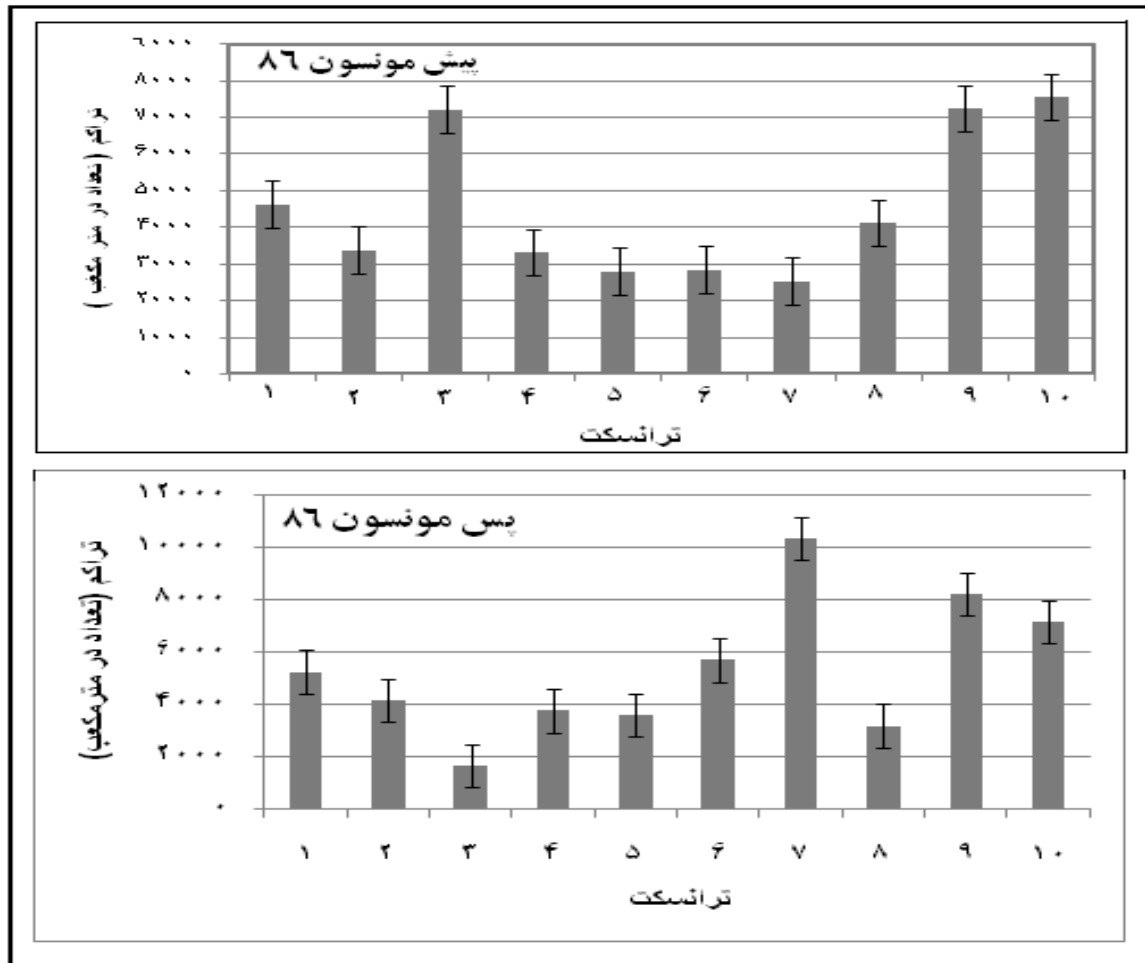
در تحقیق حاضر نیز قبل از مونسون ۸۶ فیتوپلانکتونهایی به صورت زنجیره ای متشکل از ۴ تا ۶ سلول و گاه " تک سلولی در نمونه ها دیده شدند که به عنوان دینوفلاژله ناشناخته ثبت گردید و میزان آن در پس مونسون ۸۸ افزایش یافت تا اینکه در مهر ۸۷ تغییر رنگ آب به صورت قهوه ای در منطقه گزارش گردید بعد از نمونه برداری و مشاهده در زیر میکروسکوپ گونه مسسب کشند قرمز *Cochlodinium* از دینوفلاژله های بدون دیواره معلوم گردید. این گونه در اثر فیکس شدن با محلول لوگل تغییر شکل داده و قابلیت شناسایی آن مقدور نمی باشد و نمونه زنده و فیکس شده دو شکل متفاوت دارا می باشند و از آن جهت که نمونه های سال ۸۶ این پروژه فیکس شده بودند لذا شناسایی این فیتوپلانکتون میسر نبود. ولی زمانی که نمونه های زنده مشاهده و سپس شکل فیکس شده آن را با نمونه های قبلی مقایسه گردید مشخص شد که نمونه های ثبت شده در اردیبهشت ۸۶ همان ککلودینیوم می باشد هر چند شکوفایی آن یا به عبارت دیگر ظهور کشند قرمز در آبهای منطقه در سال ۸۷ گزارش شد ولی تحقیق حاضر نشان می دهد که این دینوفلاژله با تراکم ۵۲۴ سلول در لیتر در پیش مونسون ۸۶ و سپس میزان آن افزایش یافته بطوریکه در پس مونسون همین سال تراکم آن به ۱۶۰۰ سلول در لیتر رسید که در این تراکم سلولی هیچگونه تغییر رنگ در سطح آب نداشت و بدون اثرات منفی بر اکوسیستم و آبزیان بود. ولی گونه فوق در مهر ماه ۸۷ با تراکم بالا در شمال تنگه هرمز ، شمال جزیره قشم و جنوب بندر عباس مشاهده شد و در آذر سال ۱۳۸۷ با بالاترین تراکم حدود ۲۵ میلیون سلول در لیتر در آبهای بندرعباس ثبت گردید . این پدیده در یک دوره طولانی در منطقه حضور داشت و همراه با مرگ و میر آبزیان ، بی مهره گان و اثرات مخرب بر اکوسیستم دریایی منطقه به همراه بود . شکوفایی این دینوفلاژله با نوسانات ، گستردگی و تراکم متفاوت تا خرداد ۱۳۸۸ و گاه " در برخی از مناطق در تیر ؛ مرداد و مهر ۱۳۸۸ با گستردگی کمتری همچنان دیده شد در بررسی حاضر در پس مونسون ۱۳۸۸ کاهش تراکم این گونه در تمامی ایستگاهها مشهود بود.

۳-۲-۲- پلانکتونهای جانوری

پلانکتون جانوری در زنجیره دوم شبکه غذایی قرار دارد و از اهمیت خاصی در اکوسیستم دریایی برخوردار است و این گروه نیز همانند پلانکتون گیاهی نمایانگر وضعیت اکولوژیکی محیط بوده و شامل گروههای مختلف جانوری می‌باشد. از میان شاخه های جانوری شاخه بندپایان (رده سخت پوستان و پاروپایان) فراوانتر و انتشار گسترده تری نسبت به سایر گروهها دارند.

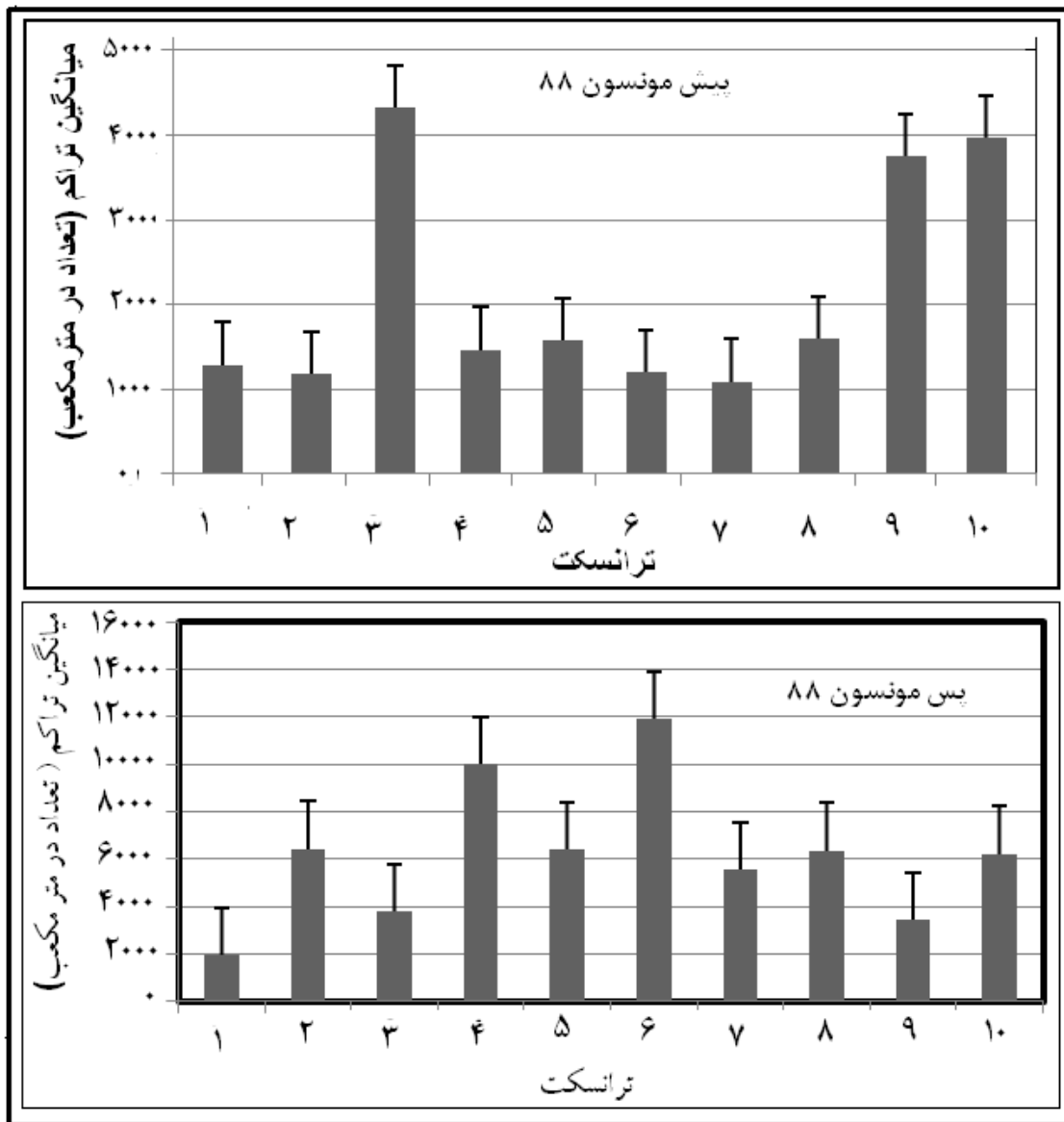
در این مطالعه ۸ شاخه، ۱۵ راسته، ۳۵ خانواده و ۷۸ جنس از پلانکتونهای جانوری شناسایی گردید. در پیش مونسون ۸۶، کوپه پودا به همراه مراحل ناپلیو، کوپه پودایتی ۷۸٪، مژه داران ۸٪، سارکوماستیگوفورا ۴٪ و نیمه طنابداران با ۶٪ گروههای غالب بودند و در پس مونسون کوپه پودا با ۸۰٪، مژه داران با ۶٪ و کیسه تنان با ۵٪ به ترتیب فراوانی قرارداد شدند ولی در پیش مونسون ۸۸ کوپه پودا با ۸۲٪، مژه داران با ۹٪، سارکوماستیگوفورا با ۴٪ و نیمه طنابداران با ۲٪ و در پس مونسون همین سال کوپه پودا با ۷۰٪، مژه داران با ۲۰٪، سارکوماستیگوفورا با ۴٪ و نیمه طنابداران با ۳٪ از گروههای غالب بودند. در طی هر دو سال کوپه پودا بارزترین گروه بود که با نتایج مطالعات به عمل آمده طی سالهای قبلی در منطقه همخوانی دارد. خدادادی در سال ۱۳۷۰ در نتیجه تحقیق خود در خلیج فارس عنوان نمود پاروپایان دارای انتشار وسیعی در این منطقه بوده و از پاروپایان راسته کالانویندا بیش از راسته سیکلوپویندا و هارپاکویندا وجود داشته است.

جمعیت پلانکتونهای جانوری در ترانسکت‌های تعیین شده در دو فصل پیش مونسون (اردیبهشت) و بعد از مانسون (آبان-آذر) طی سالهای ۸۶ و ۸۸ شناسایی و تعیین تراکم گردید. نتایج به دست آمده نشان داد که بطور کلی روند تغییرات زئوپلانکتون‌ها از تنگه هرمز به سمت چابهار (غرب به شرق) افزایش می‌یابد (شکل‌های ۲۷ و ۲۸). طاهری‌زاده در گزارش خود عنوان نموده که به‌طور کلی با افزایش مقدار شوری آب تراکم زئوپلانکتون‌ها افزایش یافته است (Taherizadeh, 2002)، در صورتیکه نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان داد که برعکس، با افزایش مقدار شوری آب تراکم پلانکتون‌های جانوری کاهش می‌یابد، یعنی اینکه در دریای عمان مقدار شوری آب از شرق به غرب (از خلیج گواتر به سمت تنگه هرمز) افزایش اما تراکم زئوپلانکتون‌ها کاهش می‌یابد. به بیان دیگر علی‌رغم اینکه تغییرات شوری در کل لایه‌های سطحی دریای عمان کمتر از یک واحد می‌باشد، با این حال به نظر می‌رسد نحوه توزیع آن در این پهنه آبی بر نحوه تراکم و پراکنش پلانکتون‌های جانوری تاثیر گذار می‌باشد.



شکل ۲۷: میانگین تراکم زئوپلانکتون‌ها در ترانسکت‌های مورد بررسی (سال ۱۳۸۶)

با وجود اینکه زئوپلانکتون‌ها مستقیماً از مواد مغذی (nutrients) استفاده نمی‌کنند، اما نتایج حاصله نشان داد که روند تغییرات آنها از شرق به غرب با یکدیگر همخوانی داشته بطوریکه هم غلظت مواد مغذی وهم تراکم پلانکتون‌های جانوری در نیمه شمال شرقی دریای عمان به مراتب بیشتر از نیمه غربی می‌باشد (افزایش از غرب به شرق). علاوه بر اینکه در نیمه غربی نیز در ترانسکت سوم (محدوده جاسک) که غلظت nutrients به دلیل وجود جریان upwelling بالا بوده، تراکم زئوپلانکتون‌ها نیز افزایش نشان داد. همان‌طور که قبلاً نیز اشاره گردید، رینولدز در مطالعه خود محدوده آبهای سواحل بندر جاسک را جزء مناطق آبهای فراچاهنده (upwelling) گزارش نموده است (Reynolds, 1993).



شکل ۲۸: میانگین تراکم زئوپلانکتون‌ها در ترانسکت‌های مورد بررسی (سال ۱۳۸۸)

همان‌طور که در قسمت پلانکتون‌های گیاهی، کروفیل a و مواد مغذی بیان شد و مشخص گردید که مقدار همه آنها در پس مونسون بیشتر از پیش مونسون می‌باشد، نتایج مربوط به تراکم پلانکتون‌های جانوری هم نشان داد که در طی هر دو سال تراکم آنها نیز در پس مونسون بالاتر از دوره پیش مونسون بوده و این نتیجه با نتایج سایر محققین هم خوانی داشته به‌طوری‌که زارعی در سال ۱۳۷۳ در نتایج حاصل از تحقیق خود اعلام نمود که میزان فراوانی پلانکتون‌های گیاهی و جانوری و موجودات کفزی در پس مونسون افزوده شده و در نتیجه میزان فراوانی نکتون‌ها نیز افزایش می‌یابد گسترش و تراکم موجودات در دریای عمان، تحت تاثیر بادهای موسمی جنوب غربی اقیانوس هند قرار دارد. در پیش مونسون ۸۶ از مجموع ۴ راسته شناسایی

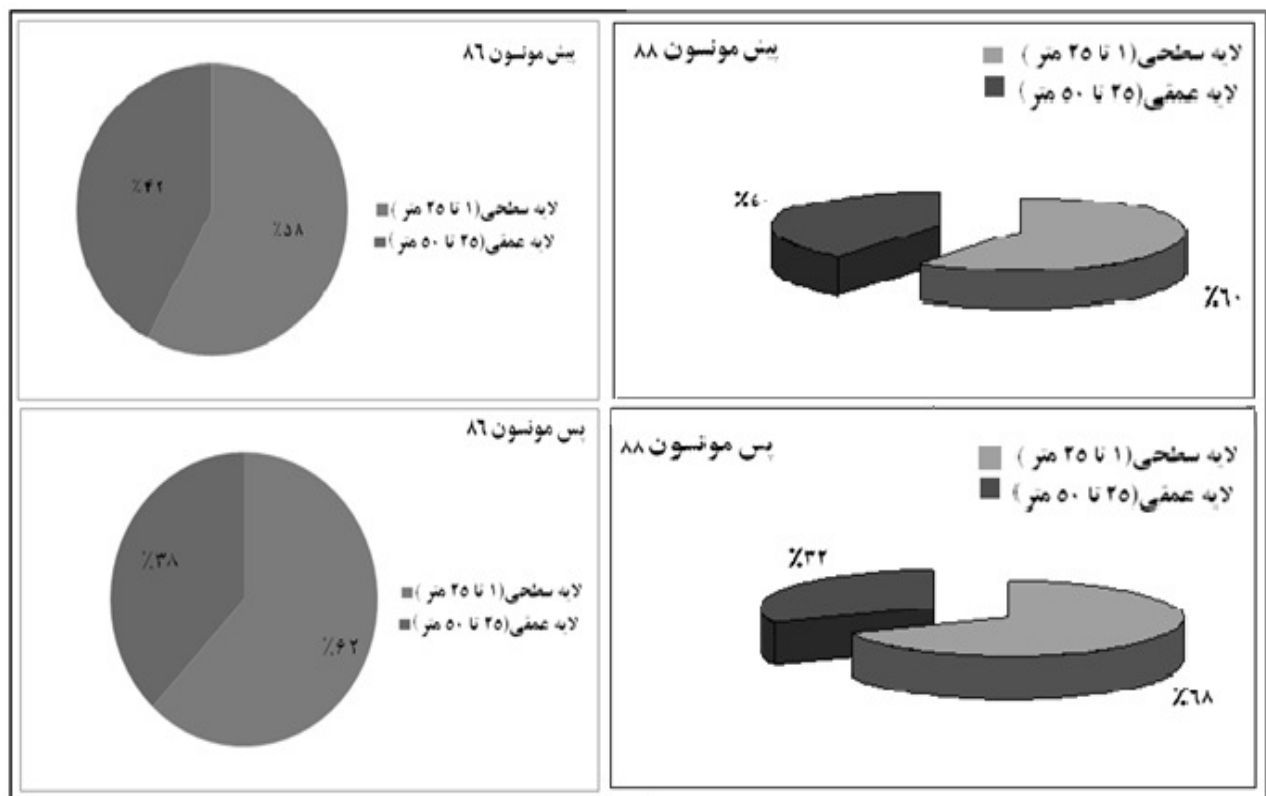
شده کوبه پودا، Cyclopoida با ۳۷٪، Calanoida با ۳۶٪، Poecilostomatoids با ۲۱٪ و Harpacticoida با ۶٪ قرار داشتند از جنسهای مختلف Oithona با ۱۴٪، Microsetella با ۲٪ و جنسهای Oncaea و Paracalanus هر کدام با ۸٪ جنسهای غالب هریک از راسته های کوبه پودا بودند. در پس مونسون ۸۶ از مجموع ۴ راسته شناسایی شده کوبه پودا Cyclopoida با ۴۰٪، Calanoida با ۳۰٪، Poecilostomatoids با ۱۶٪ و Harpacticoida با ۱۴٪ قرار داشتند Oithona با ۱۱٪، Oncaea با ۵٪ و جنسهای Paracalanus و Microsetella هر کدام با ۴٪ جنسهای غالب هریک از راسته های کوبه پودا بودند. در پیش مونسون ۸۸ از مجموع ۴ راسته شناسایی شده کوبه پودا، Harpacticoida با ۳۴٪، Cyclopoida با ۲۸٪، Calanoida با ۲۵٪ و Poecilostomatoids با ۱۳٪ قرار داشتند. Oithona با ۱۲٪، Microsetella با ۱۵٪، Oncaea با ۵٪ و Paracalanus با ۶٪ جنسهای غالب هریک از راسته های کوبه پودا بودند. در پس مونسون ۸۸ از مجموع ۴ راسته شناسایی شده کوبه پودا، Calanoida با ۳۴٪، Cyclopoida با ۲۹٪، Harpacticoida با ۱۹٪ و Poecilostomatoids با ۱۸٪ قرار داشتند Oithona با ۹٪، Microsetella با ۲٪، Oncaea با ۵٪ و Paracalanus با ۵٪ جنسهای غالب هریک از راسته های کوبه پودا بودند.

با نگاهی به نتایج فوق، تغییر در جایگزینی سیکلوپوئیدا و فراوانی بیشتر آن نسبت به کلانوئیدا و دامنه افزایش تراکم از تنگه هرمز بسمت دریای عمان از اهمیت خاصی برخوردار بوده و این نتیجه، تحقیق فوق را متمایز از سایر نتایج قبلی می‌دارد، همچنین شناسایی راسته Poecilostomatoids که در تحقیق خدادادی به هیچ وجه به آن اشاره‌ای نشده است، در صورتیکه در این تحقیق مورد شناسایی قرار گرفت و ثبت گردید. علاوه بر اینکه جنسهای Oithona، Oncaea، Microsetella و Paracalanus به عنوان جنسهای غالب در منطقه قابل معرفی می‌باشند. در تحقیقات قبلی نیز که توسط ابراهیمی و همکاران طی سالهای ۱۳۸۴ و ۱۳۸۶ در خلیج فارس به عمل آمده به این جنسهای کوبه پودا اشاره شده که با تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. همچنین جوکار و رزمجو نیز در سال ۱۳۷۴ کوبه پودا را گروه غالب در خورهای خمیر و تیاب اعلام نمودند. به طور کلی تمامی اطلاعات قبلی و فعلی نشان می‌دهد که کوبه پودا رده غالب پلانکتون جانوری در منطقه می‌باشد. علاوه بر اینکه Subba-Rao and Al-yamani, 1998 نیز بر روی خلیج فارس نشان داد که بیش از ۶۴ درصد از کل زئوپلانکتون را کوبه پودا و ناپلی آنها تشکیل داده و کلانوئیدا با ۴۹ و سیکلوپوئیدا با ۴۶ و لارو نرم‌تنان، استراکودا و کورداتا بعد از آنها دیده شدند، ولی در تحقیق حاضر بعد از دو گروه اصلی مژه داران با تنوع گونه‌ای بالا دیده شد، که نتیجه این تحقیق را متمایز از نتایج قبل می‌نماید.

زئوپلانکتون‌ها از دولایه سطحی (۲۵ متر تا سطح) و عمقی (۲۵ تا ۵۰ متر) به صورت مجزا نمونه برداری گردید و نتایج حاصل از مقایسه آنها با یکدیگر نشان داد که هم در پیش و هم در پس مونسون تراکم آنها

در لایه سطحی به مراتب بیشتر از لایه عمقی بوده و این تفاوت از نظر آماری معنی دار به دست آمد ($p < 0.05$). پلانکتونهای جانوری در دوره قبل و بعد از مونسون ۸۸ تا حد ۷۵/۰۴ به هم شباهت داشتند و این شباهت در سال ۸۶ نیز دیده شد.

درصد فراوانی زئوپلانکتونها در لایه‌های سطحی و عمقی در دوره‌های زمانی نمونه برداری به تفکیک سال در شکل ۲۹ ارائه شده است.



شکل ۲۹: درصد فراوانی زئوپلانکتونها در لایه های نمونه برداری

۳-۲-۳- ایکتیوپلانکتون

بررسی مراحل لاروی ماهیان از نظر اجرای مطالعات مختلف شیلاتی و علوم دریایی، کاربردهای بسیار گسترده ای دارد. در این خصوص می توان به زمینه های زیست شناسی، رده بندی و ماهی شناسی، بوم شناسی، تکثیر پرورش و حتی ارزیابی ذخایر اشاره کرد. خانواده های ایکتیوپلانکتون در هر فصل و مکان می تواند با تفاوتی همراه باشد و یا گاهی "خانواده های مشابه دیده شوند. در بررسی حاضر خانواده های Carrangidae و Scainidae، Engraulidae، Clupeidae در طی دو سال مشترک مشاهده شدند ولی کلاً تراکم و تنوع در پس مونسون ۱۳۸۸ بسیارتر بالاتر از مابقی دوره های نمونه برداری بود. و خصوصاً خانواده های

Myctophidae (فانوس ماهیان) در پس مونسون ۱۳۸۸ و در نیمه شمال شرقی از اهمیت خاصی برخوردار است. میکتوفیده از ماهیان پلاژیک دریای عمان می‌باشد که شرایط پس مونسون ۱۳۸۸ مساعد جهت رشد و حضور این خانواده بوده است. از طرفی فراوانی ایکتیوپلانکتونها در خطوط دور از ساحل وابستگی تغذیه آنها را به پلانکتون جانوری نشان می‌دهد. در تحقیقات انجام شده توسط سراجی و نادری (۱۳۷۴) رژیم غذایی ماهیان میکتوفیده عمدتاً کوبه پودا و استراکودا اعلام شده که این دو گروه در تحقیق حاضر در لیست پلانکتونهای جانوری قرار دارند خصوصاً کوبه پودا که بارزترین گروه از پلانکتون جانوری می‌باشد. مطالعات انجام شده در خلیج فارس نشان داده است که خانواده های ، Clupeidae ، Pomadasysudae و Gobiidae به مراتب فراوانترین جمعیت لاروی را در سواحل ایران تشکیل می‌دهند (Nelln, 1965). در مطالعات انجام شده در خور آل زبیر عراق (شمال غربی خلیج فارس) به ترتیب خانواده های Gobiidae، Engraulidae و Scainidae بیشترین فراوانی را داشته اند (Mohammed Ahmad, 1990). مطالعه انجام شده در خورهای خوزستان نیز خانواده های Engraulidae، Clupeidae و Gobiidae به ترتیب فراوانی گزارش شده اند (دهقان مدیسه و همکاران ۱۳۷۸). در مطالعات انجام شده در خوریات لافت واقع در شمال جزیره قشم خانواده های Scianidae، Gobiidae، Clupeidae و Leiognathidae به ترتیب فراوانترین خانواده ها گزارش شدند (سراجی و همکاران، ۱۳۸۴). در بررسی حاضر این گروهها حضور دارند ولی مشاهده خانواده های جدید این تحقیق را متفاوت از منطقه خلیج فارس می‌سازد و شرایط دریای عمان امکان حضور سایر خانواده ها را مهیا ساخته است. بطور کلی حضور نمونه‌های لاروی در یک منطقه جهت تولیدمثل، به عادات تولید مثل و نوع زیستگاه و ویژگیهای رفتاری گونه بستگی دارد، منطقه غرب اقیانوس هند هر ساله تحت تاثیر دو جریان آب و هوایی قرار می‌گیرد که اصطلاحاً "به نامهای مونسون جنوب غربی و مونسون شمال شرقی نامیده می‌شوند اختلاف حرارت باعث حرکت توده های هوا شده و در نتیجه طوفانها و بارندگیهای شدید در منطقه ایجاد می‌نماید. دریای عمان به ویژه سواحل ایران بیشتر تحت تاثیر طوفانهای تابستانی قرار گرفته و در نتیجه جریانات شدیدی در دریای عمان به وجود می‌آید. شدت این جریانات به حدی است که در تابستان تمامی فعالیتهای صیادی منطقه را تحت تاثیر قرار داده و آن را محدود می‌نماید. در ماههای بعد از مونسون به علت آرام شدن دریا و نیز وجود مواد مغذی، درجه حرارت مناسب (حدود ۲۵-۲۶) شرایط جهت زیست موجودات مختلف مناسب شده و در نتیجه در فصل پاییز و زمستان میزان تولید در قسمت های مختلف این مناطق افزایش می‌یابد. به طوری که میزان فراوانی پلانکتونهای گیاهی و جانوری و موجودات کفزی افزوده شده و در نتیجه میزان فراوانی نکتونها نیز افزایش می‌یابد گسترش و تراکم لارو ماهیان در دریای عمان، تحت تاثیر بادهای موسمی جنوب غربی اقیانوس هند قرار دارد. نتایج

حاصل از تحقیق سنجرانی در گواتر ۱۳۸۵ نشان داده، فراوانی کل لارو ماهیان در زمان قبل از مونسون (بهار) حداقل بوده (۲۷ عدد در ۱۰ متر مربع) و در زمان بعد از مونسون (پائیز) افزایش یافته (۱۵۴ عدد در ۱۰ متر مربع)، به نظر می رسد که یکی از عوامل عمده در تغییرات شرایط زیست محیطی در دریای عمان وجود مونسون در منطقه می باشد.

نتایج آنالیز واریانس یک سویه نشان داد که بین پارامتر های فیزیکی، مواد مغذی و فراوانی کل فیتوپلانکتون هادر لایه های مختلف با عمق، اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۹۹ درصد وجود داشته است ($P < 0.05$). نتایج آزمون همبستگی Spearman's نشان می دهد که در سال ۸۶ مابین عمق و فراوانی کل فیتوپلانکتون ها ارتباط معکوس و معنی داری در حد ضعیف وجود داشته است ($P < 0.05$). در سال ۸۸ نیز مابین عمق و فراوانی کل فیتوپلانکتون ها ارتباط معکوس و معنی داری در حد ضعیف مشاهده گردید (جدول ۱).

نتایج آزمون همبستگی Spearman's نشان داد که در سال ۸۶ مابین عمق و دمای آب ($R^2 = -0.809$) و هدایت الکتریکی ($R^2 = -0.803$) ارتباط منفی و معنی داری در سطح خیلی خوب وجود داشته است. برای سایر پارامتر های مورد بررسی در اکثر موارد همبستگی معنی داری در حد ضعیف و یا متوسط مشاهده گردید. با بررسی نتایج حاصل از آزمون همبستگی در جدول ذیل می توان دریافت که در اکثر موارد همبستگی مابین عمق و پارامتر های مورد بررسی وجود داشته ولی این همبستگی ها بطور کلی ضعیف بوده است. به بیان دیگر با توجه به نتایج مندرج در جدول ۱ ملاحظه می گردد که همبستگی تراکم فیتوپلانکتونی با عمق منفی بوده در صورتیکه همبستگی بین مواد مغذی با عمق مثبت می باشد، و این بدان معنی است که با افزایش عمق آب، تراکم پلانکتون گیاهی کاهش ولی غلظت مواد مغذی افزایش می یابد.

جدول ۱: نتایج آزمون همبستگی اسپیر من جهت مطالعه ارتباط بین پارامتر های فیزیکی شیمیایی و فراوانی کل فیتوپلانکتونی با عمق

سال ۸۶											
تراکم فیتو پلانکتون	دما	E.C	شوری	اکسیژن محلول	PH	کلروفیل a	کدورت	نیتريت	نترات	سیلیکات	فسفات
-۰/۱ (*)	-۰/۸ (**)	-۰/۸ (**)	-۰/۵ (**)	-۰/۵ (**)	۰/۶ (**)	۰/۰۶	۰-/۲ (**)	۰/۷ (**)	۰/۷ (**)	۰/۵ (**)	۰/۰۸
سال ۸۸											

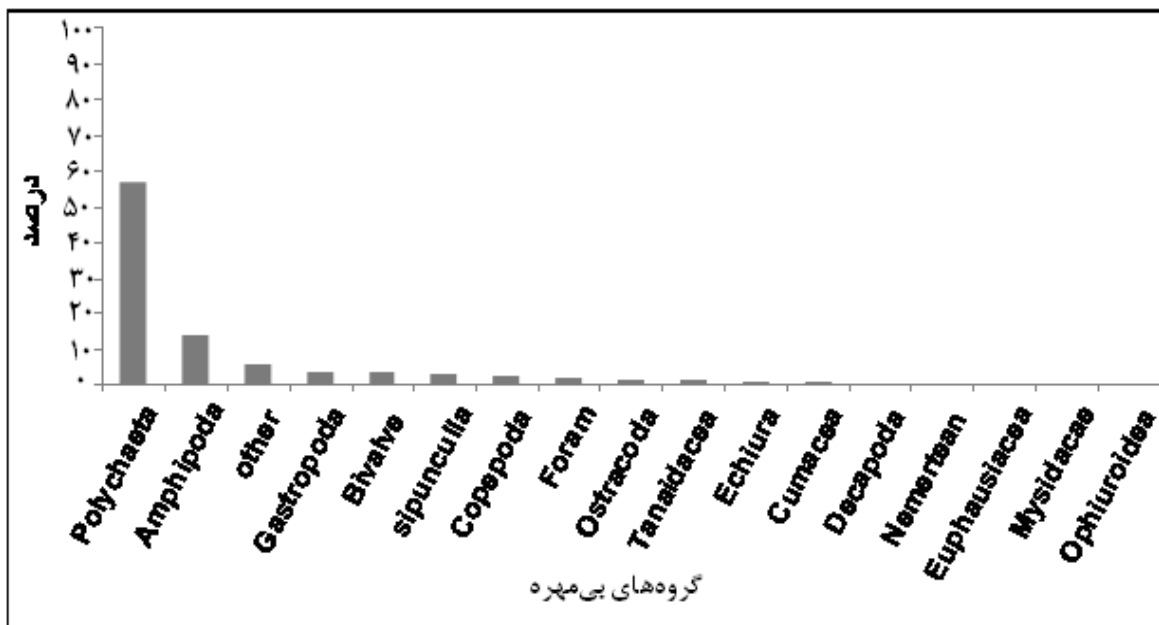
-۰/۲ (**)	-۰/۵ (**)	۰-/۴۹ (**)	-/۳۶ (**)	-۰/۵۲ (**)	-۰/۲ (**)	-۰/۲۴ (**)	-۰/۲ (**)	۰/۰۳	-/۰۴	/۰۵	۰/۱۴ (**)
** : Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). *: Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).											

۳-۳- کفزیان (ماکروبتوزها)

اجتماعات بی مهرگان کفزی به طور گسترده ای به عنوان نشانگرهای وضعیت اکولوژیک اکوسیستم های ساحلی و خوریات استفاده می شود. این اجتماعات در رسوبات زندگی می کنند و دارای حرکت کند و بطئی هستند و به شدت تحت تاثیر عوامل محیطی بخصوص مواد آلاینده و کاهش اکسیژن و محدودیت مواد مغذی و آشفتگی های فیزیکی قرار می گیرند. از طرفی این موجودات جایگاه ویژه ای در چرخه مواد در اکوسیستم ها دارند که حذف یا آسیب آن ها می تواند اختلال های شدید در چرخه انتقال ماده و انرژی در اکوسیستم ایجاد نماید. در این بررسی که بر روی پراکنش و ترکیب و فراوانی اجتماعات بنتیک در دریای عمان صورت گرفته است ۱۶ گروه اصلی شامل پرتاران (کرم های حلقوی) آمفی پودا (سخت پوستان) شکم پایان و دو کفه ای ها (نرم تنان) سیپونکولا، ناوپایان (سخت پوستان) فرامینفرا، استراکودا و تانایداسه و کوماسه و دکاپودا (سخت پوستان) اکیورا، کرم های نواری اوفازیاسه میسی داسه مارسانان و تعدادی گروه فرعی (از نظر تعداد) مانند اسفنج ها کیسه تنان لارو ماهیان تونیکاتا همی کورداتا و برخی دیگر از بی مهرگان مورد شناسایی قرار گرفتند بطوریکه پرتاران با ۵۷ درصد و به دنبال آن ها آمفی پودا با ۱۸ درصد شکم پایان دو کفه ای ها و سیپونکولا هر کدام با ۴ درصد ناوپایان با ۳ درصد فرامینفرا استراکودا تانایداسه اکیورا ها هر کدام با ۲ درصد و کوماسه دکاپودا کرم های نواری اوفازیا سه می سی داسه و مارسانان با فراوانی نسبی ۱ درصد ساختار جوامع بنتیک را تشکیل میدهند. مطالعات زیادی در زمینه پراکنش ماکروبتوزها در نقاط مختلف دریاها به انجام رسیده که تقریباً در همه آنها پرتاران گروه غالب بی مهرگان کفزی را تشکیل می دهند (شکل ۳۰).

پرتاران نقش بسیار مهمی را در رسوبات دریا ها ایفا می کنند. این بی مهرگان دامنه وسیعی از تغذیه و زیستگاه را با توجه به فراوانی بالای خود را به خود اختصاص میدهند لذا عامل تسریع کننده مهمی در انتقال مواد در زنجیره ها و شبکه های غذایی در دریا ها می باشند. یکی از مهمترین پدیده هایی که بی مهرگان کفزی و بخصوص پرتارات در آن نقش دارند پدیده Bioturbation است که طی این فرایند رسوبات کف دریا ها بوسیله این موجودات بر هم زده شده و مواد غذایی انباشته شده در این رسوبات آزاد شده و در اختیار سایر موجودات قرار می گیرد. این پدیده در سیستم های آبی پروری بسیار حیاتی و مهم می

باشند (Nybakken, 2005). پرتاران در به جزیان انداختن مواد مغذی بین ناحیه پلازیک و بنتیک نقش مهمی را ایفاء می نمایند



شکل ۳۰: درصد فراوانی ماکرو بنتوزها در طول دوره بررسی

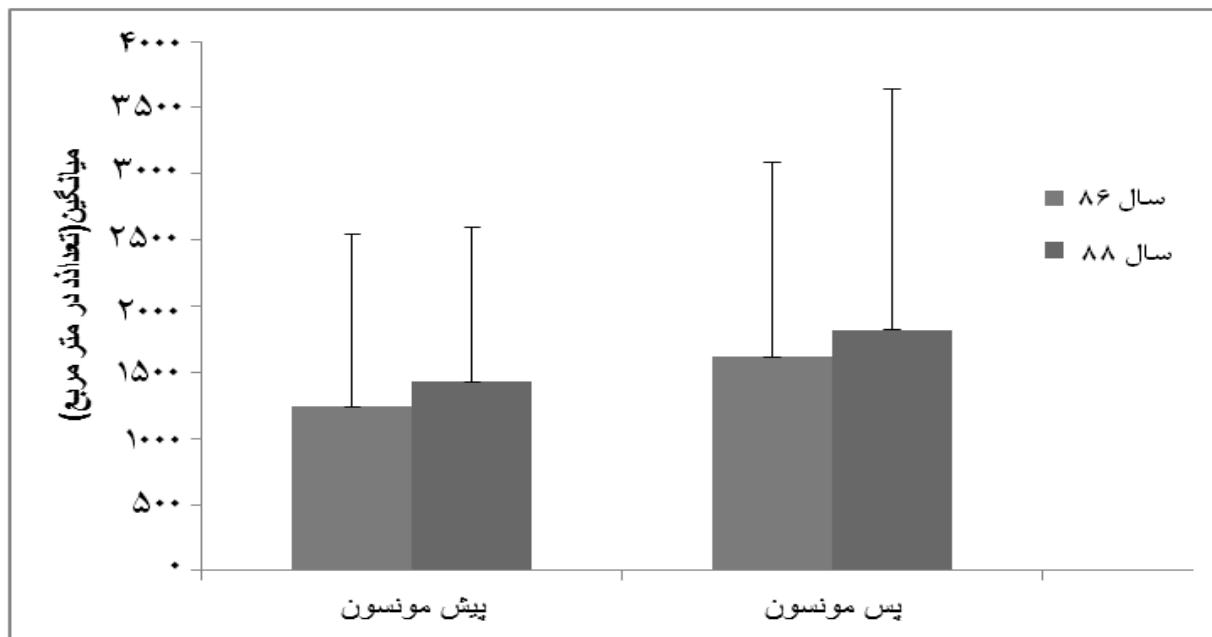
نتایج مطالعات به عمل آمده در سایر نقاط مختلف دریاها نشان داده که در اکثر آن مناطق نیز، پرتاران گروه غالب بی مهرگان کفزی را تشکیل می دهند بطور مثال مطالعات انجام شده در منطقه Arkattuthurai در تنگه Palk در جنوب شرق سواحل هند در اعماق مختلف نشان داد که از ۶۶ گونه بدست آمده از بی مهرگان کفزی پرتاران با ۳۸ گونه گروه غالب را تشکیل می دادند و پس از آن دو کفه ای ها با ۱۵ گونهو شکم پایان با ۱۳ گونه در جایگاه های بعدی قرار داشتند. (Karthikegan et al., 2009).

همچنین مطالعات بر ساختار اجتماعات بی مهرگان کفزی در جزیره Karaha در مالزی نشان داد که پرتاران فون غالب بی مهرگان کفزی را در پیش مونسون و پس مونسون تشکیل میدهد (Ibrahim, 2006). علاوه بر این طی مطالعاتی که در سواحل برزیل انجام شده از ۴۱ تاکسون شناسایی شده متعلق به ۸ گروه شاخه از بی مهرگان کفزی شامل کیسه تنان کرم های نواری نرم تنان کرم های حلقوی بند پایان خارپوستان بریوزوا و فورنیدا پرتاران را با ۶۱ درصد فون غالب کفزیان معرفی نمود.

مطالعات بر روی جوامع بنتیک در سواحل اقیانوس آرام نیز نشان داد که از ۵ گروه از بی مهرگان اصلی شناسایی شده با تراکم ۱۰۰۶ عدد در متر مربع کرم های حلقوی و نرم تنان از نظر توده زنده و تعداد دارای غالبیت بودند (Baron and Clavir, 1994).

مطالعات انجام شده در خلیج فارس نیز نشان داده است که پرتاران از نظر تعداد در رتبه اول و به دنبال آن سخت پوستان و سایر گروها قرار دارند (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۴).

مقایسه تراکم بی مهرگان کفزی در از نظر زمانی یعنی قبل و بعد از مانسون نشان داد که تراکم آن ها در هر دو سال نمونه برداری در بعد از مانسون بیشتر از قبل از مانسون بوده و این افزایش از نظر آماری نیز معنی دار به دست آمده، به عبارت دیگر آزمون t تفاوت معنی داری را در میانگین تراکم در بعد و قبل از مانسون، در هر دو سال نمونه برداری، در سطح ۰.۰۵ نشان داد. (p<0.05). علاوه بر این نتایج به دست آمده نشان داد که تراکم آنها در سال ۸۸ بیشتر از سال ۸۶ بوده است (شکل ۳۱). اما از نظر وزنی، نتایج حاصل نشان داد که اولامیانگین وزن ماکرو بنتوزها در سال ۸۶ و ۸۸ با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشته (به عبارت دیگر آزمون t تفاوت معنی داری را از نظر آماری بین وزن آنها در این دو سال نشان نداد) و ثانیا میانگین وزن ماکرو بنتوزها در پیش مانسون حتی بیشتر از پس مانسون می باشد.



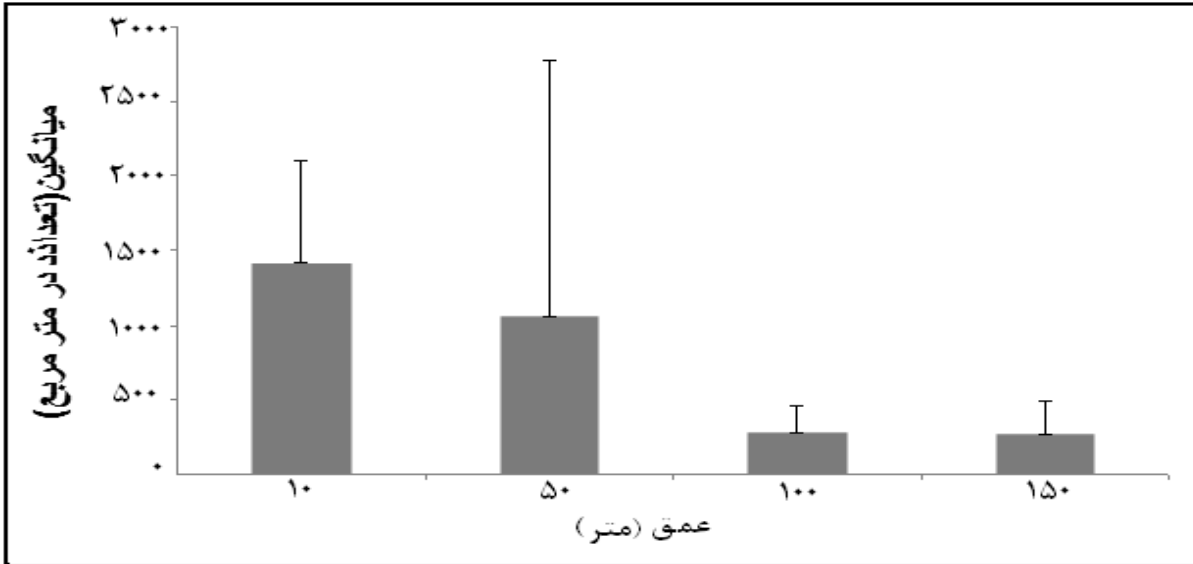
شکل ۳۱: روند تغییرات میانگین تراکم ماکرو بنتوزها در بعد و قبل از مانسون

مطالعات انجام شده در خلیج فارس نیز نشان داده است که تراکم بی مهرگان کفزی در نیمه دوم سال بیشتر از نیمه اول سال می باشد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۴). در صورتیکه Ibrahim و همکاران در ۲۰۰۶ در جزیره Karha گزارش نموده اند که تراکم بی مهرگان کفزی در این جزیره در پیش مانسون بیش از تابستان و زمان پس مانسون بوده و علت این افزایش را دوره بارندگی مناسب در فصل پیش مانسون بیان کرده اند. همچنین نیکویان نیز در سال ۷۴ با مطالعه بر روی اجتماعات بنتیک در خلیج چابهار گزارش داده

که تراکم و توده زنده ماکروبتوزها در این خلیج نیز در پیش از مونسون بیش از مونسون و پس مونسون بوده است.

در رابطه با افزایش بی‌مهرگان در یای عمان در پس مونسون نسبت به پیش از مونسون، به نظر می‌رسد مونسون تابستانه شرایط زیست محیطی مساعدی را از لحاظ مواد مغذی برای این بی‌مهرگان فراهم می‌نماید، چراکه نتایج مربوط به مواد مغذی (nutrients) نیز نشان داد که غلظت این مواد هم در پس مونسون بیشتر از پیش مونسون می‌باشد، همچنین یکی دیگر از دلایل بالا بودن تراکم بی‌مهرگان در پس مونسون نسبت به پیش مونسون احتمالاً می‌تواند به خاطر تاثیر ترموکلاین بوده باشد، به بیان دیگر علی‌رغم اینکه وجود لایه ترموکلاین در دریای عمان دائمی می‌باشد، اما شروع شکل‌گیری آن در پس از مونسون از لایه‌های پایین‌تری تشکیل می‌یابد و این امر می‌تواند در انتقال مواد غذایی و پلانکتونی برای آن دسته از کفزیانی که فیلتر فیدر می‌باشند تاثیر گذار بوده باشد. اما علت تفاوت نتایج به دست آمده با نتایج دیگر محققان احتمالاً به دلیل متفاوت بودن موقعیت مکانی ایستگاههای نمونه‌برداری بوده باشد، به دلیل اینکه که در بررسی حاضر، از اعماق ۲۰ تا ۱۵۰ متری نمونه برداری گردید، در صورتیکه نمونه‌های مربوط به گزارش نیکویان از خلیج چابهار جمع‌آوری گردیده که اولاً این خلیج از عمق کمتری برخوردار بوده و ثانیاً در محدوده دهانه اقیانوس هند قرار گرفته و در طول تابسان به شدت تحت تاثیر مونسون تابستانه قرار می‌گیرد به‌طوری‌که بستر خلیج چابهار به راحتی در زمان مونسون تحت تاثیر تلاطم و امواج دریا قرار گرفته و موقعیت مکانی کفزیان این خلیج بر هم ریخته و از قدرت تثبیت آنها در بستر کاسته می‌شود، در نتیجه تراکم آنها در قبل از مونسون بیشتر از زمان مونسون و حتی، بعد از مونسون گزارش شده است.

مقایسه تراکم ماکروبتوزها بر اساس عمق نشان داد که تراکم آنها در ایستگاههای نزدیک به ساحل (ابتدای ترانسکت‌ها) که از عمق کمتری برخوردار بوده، دارای بیشترین مقدار و با افزایش عمق از تراکم آنها کاسته میشود. نمونه برداری از ۴ عمق مختلف شامل ۱۰ متر و ۵۰ متر و ۱۰۰ متر و ۱۵۰ متر در طی دو سال نمونه برداری نشان داد که تراکم ماکروبتوزها در ۱۰ متر با تعداد ۱۴۲۰ عدد در متر مربع نسبت به سایر اعماق با ۱۱۰۰، ۸۵ و ۷۵ عدد در متر مربع بیشتر می‌باشد و این تفاوت بر اساس تست آبالیز واریانس در سطح ۰/۰۵ معنی دار می‌باشد (شکل ۳۲).

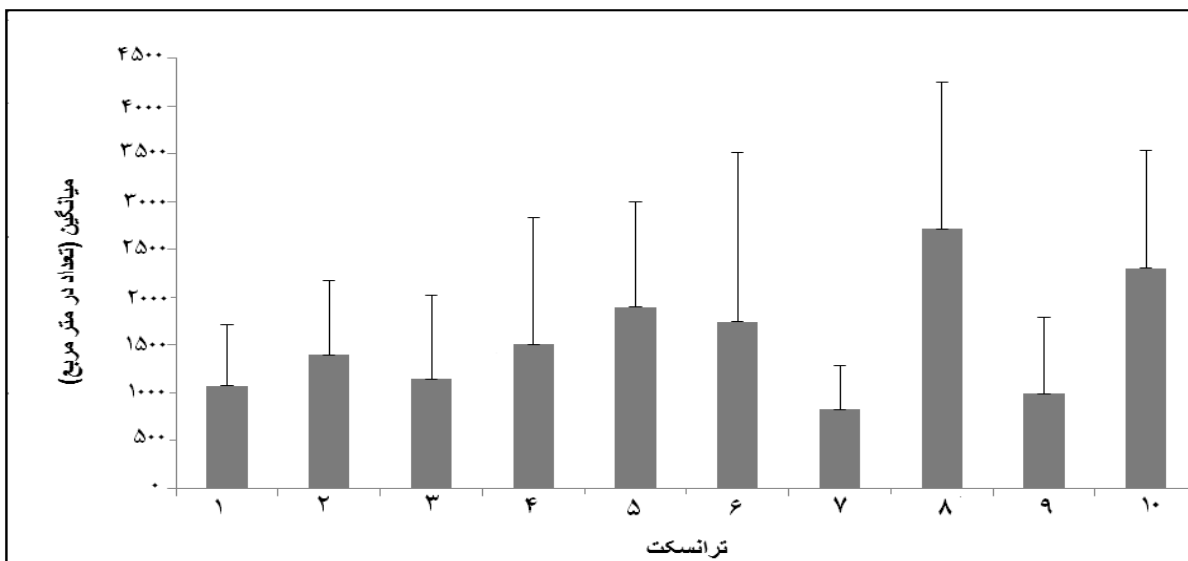


شکل ۳۲: روند تغییرات میانگین تراکم ماکروبتوزها با افزایش عمق (از ساحل به دریا)

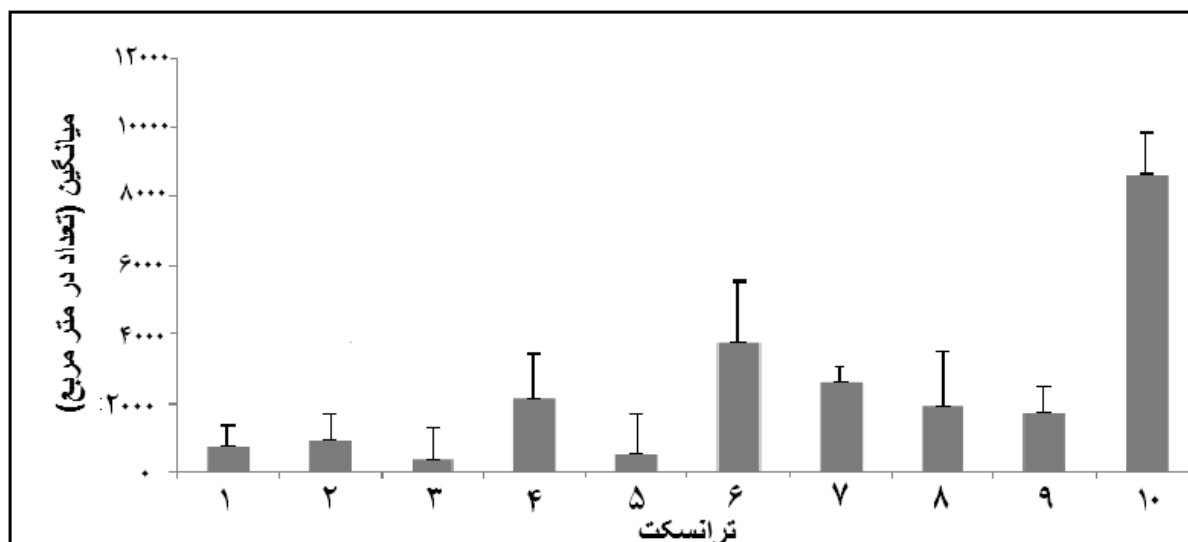
بدیهی است که با افزایش عمق از نفوذ نور در ستون آب کاسته شده و پیرو آن از تولیدات اولیه یعنی فیتو پلانکتون ها هم کاسته می شود و بدین ترتیب بسیاری از موجودات که بطور مستقیم یا غیر مستقیم از فیتو پلانکتون ها تغذیه می کنند (از جمله پرتاران و دو کفه ای ها) نیز از تراکم آن ها کاسته می شود. علاوه بر اینکه نتایج مربوط به روند تغییرات میانگین تراکم پلانکتون های گیاهی نیز نشان داد که با افزایش عمق از تراکم آن ها هم کاسته می شود. مطالعات انجام شده در خلیج فارس نیز نشان داده است که با افزایش عمق آب از تراکم ماکروبتوزها کاسته می شود، بطوریکه بین تراکم ماکروبتوزهای نواحی ساحلی (عمق ۲۰ متر) و مناطق دریایی (۸۰ متر) تفاوت معنی داری را مشاهده نمود (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۴).

Anjela در سال ۱۹۹۶ با مطالعه بر روی اجتماعات بتیک در اعماق بین ۱۵ تا ۱۰۰ متر کاهش تراکم ماکروبتوزها را از عمق ۱۵ متر به سمت ۱۰۰ متر گزارش داد و از پارامترهای محیطی تنها از عمق به عنوان عامل تاثیر گذار بر تراکم بتوزها نام برد.

مقایسه تراکم ماکروبتوزها از غرب به شرق دریای عمان روندی افزایشی نشان داد و این روند هم در پیش مونسون و هم در پس مونسون مشاهده گردید (شکل های ۳۳ و ۳۴).



شکل ۳۳: روند تغییرات میانگین تراکم ماکروبتوزها از تنگه هرمز به خلیج گواتر (غرب به شرق) در پیش مونسون



شکل ۳۴: روند تغییرات میانگین تراکم ماکروبتوزها از تنگه هرمز به خلیج گواتر در پس مونسون

تست آنالیز واریانس تفاوت معنی داری را از بین میانگین ماکروبتوزها از خود نشان نداد. ($p > 0.05$). چنانچه این آزمون برای گروه های ماکروبتوز به تفکیک مورد آنالیز قرار گرفت مشاهده گردید که این

تفاوت در مورد پرتاران آمفی پودا موماسه و می سی داسه استراکودا و فرامینفرا در سطح ۰.۰۵ معنی دار است و همانطور که قبلا هم گفته شد این گروه ها از مهمترین گروه های ایجاد کننده فرایند bioturbation در بستر دریا ها هستند. (Nybakken, 2005) که نقش مهمی در بقاء سایر موجودات بازی میکنند. روند افزایشی تراکم ماکروبتوزها از غرب به شرق را می توان به افزایش میزان کلروفیل از غرب به شرق نسبت داد و البته وجود جریانات فراچاهنده در دریای عمان را نباید نادیده گرفت.

نتایج حاصل از بررسی شاخص های مبتنی بر تنوع زیستی نشان داد که از غرب به شرق دریای عمان شاخص مارگالف (غذای گونه ای) افزایش ولی شاخص شانون و شاخص اونس کاهش می یابد در صورتیکه با افزایش عمق یعنی از ساحل به دریا با افزایش شاخص های شانون و تنوع مواجه هستیم. بطور کلی زمانیکه یک اکوسیستم دارای تراکم بالایی از موجودات می باشد به دلیل رقابت بالا از تنوع آن ها کاسته می شود. تراکم بالا به موازت ساحل و به دنبال آن کاهش تنوع به دلیل وجود رقابت بالا بین بی مهرگان در این مطالعه می باشد در حالیکه کاهش تراکم در خط عمود بر ساحل منجر به کاهش رقابت و در نتیجه افزایش تنوع می شود. (Nybakken, 2005) مطالعه بر روی تغییرات فصلی و تنوع زیستی اجتماعات بنتوز نشان داد که از ۵ گروه اصلی پرتاران دارای غالبیت بوده و تنوع از عمق ۵ متر به ۲۵ متر با کاهش تراکم افزایش می یابد.

نتایج حاصل از بررسی اثر عوامل فیزیکی و شیمیایی بر تراکم ماکرو بنتوز ها نشان داد که تراکم ماکرو بنتوزها با عمق، درجه حرارت و اکسیژن محلول ارتباط مستقیم در سطح ۰/۰۱ و با عوامل کلروفیل a، هدایت الکتریکی ارتباط مستقیم در سطح ۰/۰۵ وجود دارد. همچنین همبستگی معنی داری بین تراکم کل ماکرو بنتوزها با کربن آلی در سطح ۰/۰۱ و از نوع معکوس دیده شد. در صورتیکه هر کدام از گروه های ماکرو بنتوز را بطور جداگانه مورد آنالیز قرار دهیم این همبستگی فقط بین کوبه پودا در سطح ۰/۰۱ و پرتاران در سطح ۰/۰۵ مشاهده می شود و این در حالیست که بین تراکم ماکرو بنتوزها و نوع دانه بندی هیچ گونه همبستگی مشاهده نشد. مواد آلی اگر چه در چرخه انتقال انرژی نقش بسیار مهمی را ایفا می کند ولی نظر به اینکه افزایش مواد آلی در بسیاری از موارد با کاهش اکسیژن همراه می باشد می تواند بر تراکم ماکرو بنتوزها تاثیر منفی گذارد (Danulat et al., 2002).

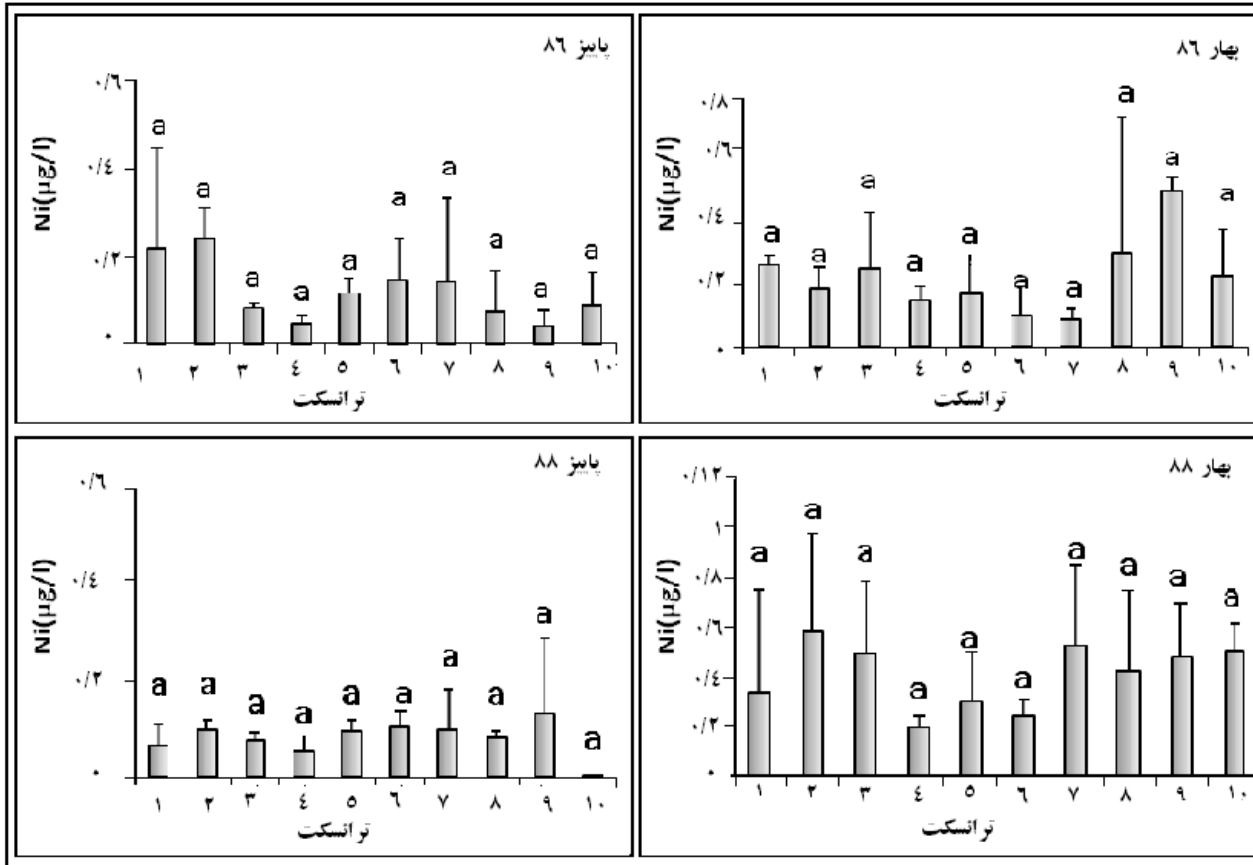
تراکم ماکرو بنتوزها بوسیله ترکیبی از عوامل محیطی کنترل می شود و نمی توان یک فاکتور خاص را بطور منفرد مورد توجه قرار داد.

۳-۴-آلاینده‌ها

۳-۴-۱-فلزات سنگین در نمونه های آب

نیکل:

نتایج حاصل از بررسی میانگین غلظت نیکل در ترانسکت‌های دهگانه مورد نظر طی سالهای ۸۶ و ۸۸ در شکل ۳۵ ارائه شده است. علی‌رغم اینکه میانگین غلظت نیکل در ترانسکت‌های مختلف نسبت به یکدیگر کاهش و یا افزایش نشان می‌دهد ولی نتایج حاصل از مقایسه آماری بین ترانسکت‌ها (چه در بهار و چه در پاییز) تفاوت معنی‌داری را از نظر غلظت این فلز بین ترانسکت‌ها نشان نداد ($P > 0/05$). در صورتیکه میانگین غلظت نیکل در نمونه‌های مربوط به پس مونسون (پاییز ۸۶ و ۸۸) نسبت به پیش مونسون (بهار ۸۶ و ۸۸) کاهش معنی‌داری را نشان داد که این موضوع می‌تواند به اثرات ناشی از پدیده مونسون مرتبط باشد. به بیان دیگر به نظر می‌رسد طی مونسون تابستانه مقادیر زیادی از نیکل محلول در آب جذب ذرات معلق شده و ته‌نشین شده باشد.



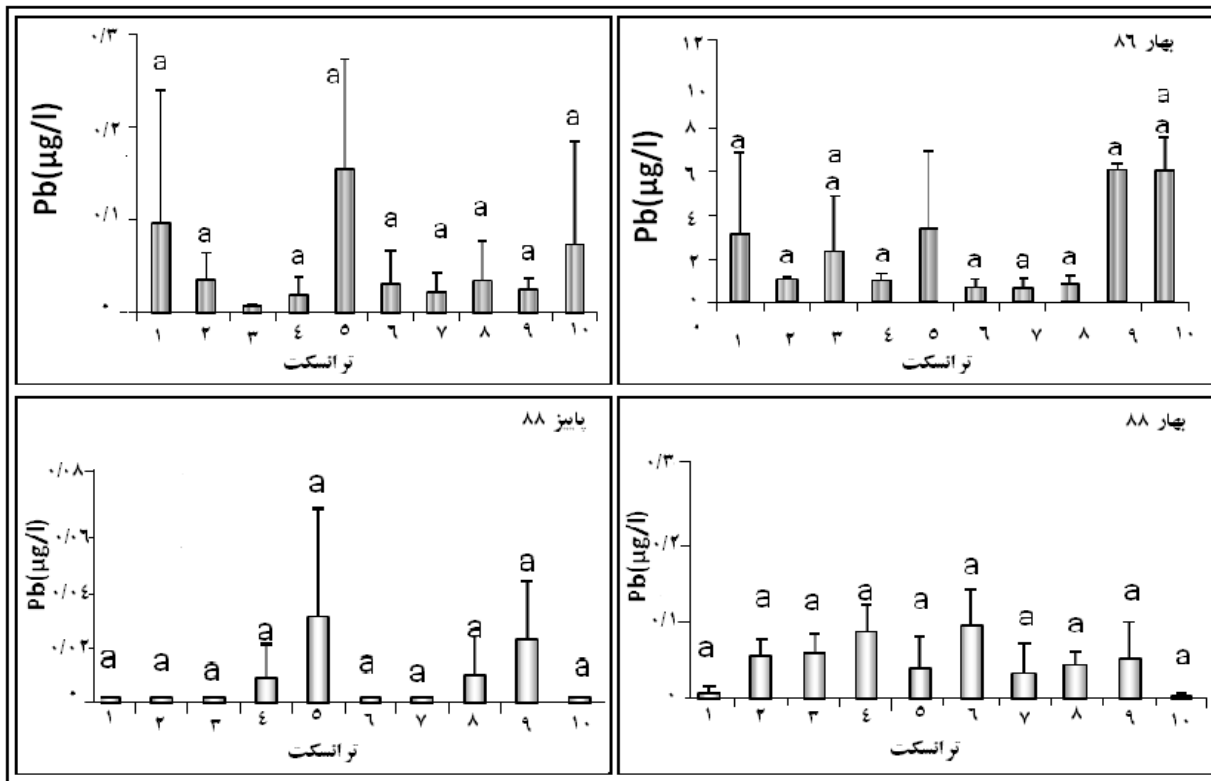
شکل ۳۵: میانگین تغییرات غلظت فلز نیکل در نیمه شمالی دریای عمان طی سال‌های ۸۶ و ۸۸

وانادیوم:

میزان وانادیوم در نمونه‌های آب دریا در ترانسکت‌های مختلف نیمه شمالی دریای عمان مورد بررسی قرار گرفت و بیشترین غلظت آن (۰/۰۵۳ میکروگرم بر لیتر) در بهار ۸۶ در نیمه شمال غربی و محدوده تنگه هرمز و کمترین میزان آن (۰/۰۰۷ میکروگرم بر لیتر) در نیمه شمال شرقی این پهنه آبی به دست آمد، اما در سایر فصول نمونه برداری غلظت این فلز پایین تر از حد تشخیص دستگاه بود. نظر به اینکه وانادیم یکی از فلزات تشکیل دهنده نفت خام بوده و شاخص آلودگی نفتی بشمار می‌رود. (Khalaf et al., 1982)، لذا احتمال می‌رود بالاتر بودن غلظت وانادیوم در محدوده تنگه هرمز به آلودگی نفتی ناشی از تردد نفت کش‌ها مرتبط باشد.

سرب:

نتایج مربوط به میانگین غلظت سرب در شکل ۳۶ ارائه شده است. نتایج حاصل از مقایسه آماری بین ترانسکت ها (چه در بهار و چه در پاییز) تفاوت معنی داری را از نظر غلظت این فلز بین ترانسکت ها نشان نداد ($P > 0.05$). در صورتیکه بین پس مونسون (پاییز ۸۶ و ۸۸) نسبت به پیش مونسون (بهار ۸۶ و ۸۸) کاهش معنی داری را نشان داد.



شکل ۳۶: میانگین تغییرات غلظت فلز نیکل در نیمه شمالی دریای عمان طی سال‌های ۸۶ و ۸۸

کادمیوم:

در این بررسی در بهار ۸۶ (پیش مونسون) بیشترین غلظت فلز کادمیوم (۰/۱۲ میکروگرم بر لیتر) در ترانسکت ۴ و کمترین مقدار آن (۰/۰۴۲ میکروگرم بر لیتر) در ترانسکت ۶ به دست آمد اما در پاییز ۸۶ (پس مونسون) غلظت آن در آبهای نیمه شمالی دریای عمان پایین تر از حد تشخیص دستگاه قرار داشت. در بهار ۸۸ بیشترین و کمترین غلظت فلز کادمیوم به ترتیب ۰/۱۹۴ و ۰/۰۲۷ میکروگرم بر لیتر و در پاییز ۸۸ به ترتیب ۰/۰۴۳ و ۰/۰۱۱ میکروگرم بر لیتر به دست آمد. میانگین غلظت فلز کادمیوم در ترانسکت های مختلف با یکدیگر مورد مقایسه آماری قرار گرفت و در هیچ کدام از فصول مورد بررسی اختلاف معنی داری را بین ترانسکت‌ها نشان نداد ($P > 0.05$). در صورتیکه میانگین غلظت کادمیوم در نمونه های مربوط به پس مونسون (پاییز ۸۶ و ۸۸) نسبت به پیش مونسون (بهار ۸۶ و ۸۸) کاهش معنی داری را نشان

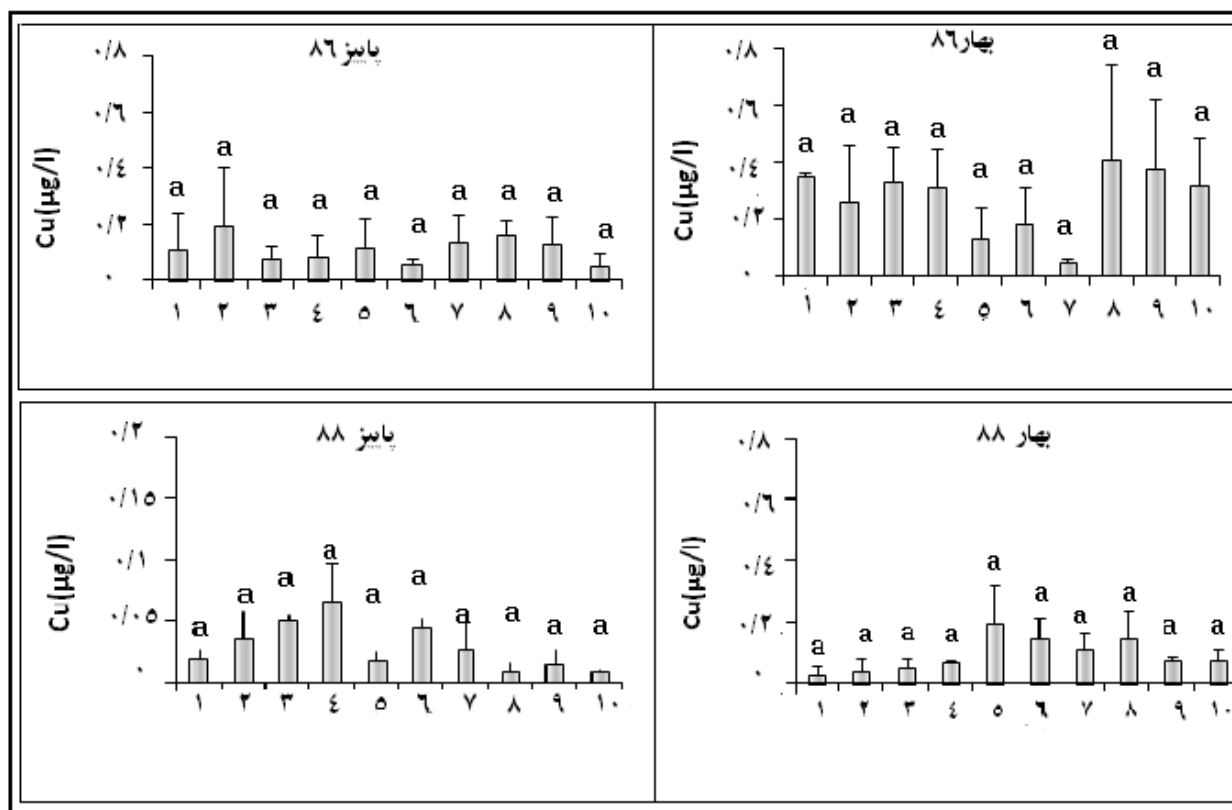
داد. به طور کلی غلظت اکثر فلزات سنگین در آب دریا در فصل پاییز (پس مونسون) نسبت به فصل بهار (پیش مونسون) کاهش معنی داری را نشان داد. همانطور که قبلاً نیز اشاره گردید این موضوع می تواند به اثرات ناشی از پدیده مونسون مرتبط باشد، یعنی اینکه احتمال می رود طی مونسون تابستانه مقادیر زیادی از فلزات محلول در آب جذب ذرات معلق شده و ته نشین شده باشند، علاوه بر این به نظر می رسد عامل موثر دیگری که باعث افزایش غلظت فلزات سنگین در فصل بهار نسبت به فصل پاییز گردیده، تاثیر میزان بارندگی بوده باشد چرا که در سواحل دریای عمان (بندر جاسک) در بهار ۸۶ میزان بارندگی ۱۶۳ میلی متر گزارش گردیده در صورتیکه در پاییز ۸۶ اصلاً هیچ گونه بارندگی گزارش نشده است، همچنین در بهار ۸۸ نیز در مناطق مذکور میزان بارندگی ۴۰ میلی متر، اما در پاییز ۸۸ فقط ۱۷ میلی متر گزارش شده است (اقتباس از سازمان هواشناسی استان هرمزگان).

نتایج حاصل از اندازه گیری فلز جیوه در آب های نیمه شمالی دریای عمان در فصول مختلف مورد بررسی قرار گرفت، اما غلظت آن در همه ایستگاه های نمونه برداری پایین تر از حد تشخیص دستگاه قرار داشت.

مس:

نتایج حاصل از سنجش میانگین غلظت فلز مس در محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان در شکل ۳۷ ارائه شده است. مقایسه آماری بین ترانسکتها در هیچ یک از فصول دوره بررسی اختلاف معنی داری را بین ترانسکت ها نشان نداد ($P > 0.05$). اساساً مس از فلزاتی است که منشا آنترآپوژنیک داشته و برآورد شده است که سالانه ۱۰۰ هزار تن مس وارد اتمسفر شده که ۱۰ هزار تن آن جذب اقیانوس ها می شود. (Sadiq, 1992). مس در اکوسیستم های دریایی بصورت مس (I) و مس (II) وجود دارد که عمدتاً به فرم کمپلکس های آلی و معدنی مشاهده می شود. نتایج حاصل از توزیع مس در اکوسیستم های مختلف نشانگر محدوده وسیعی از غلظت مس در اکوسیستم های مورد بررسی بوده به طوریکه، حداقل مقدار ۱ نانوگرم بر لیتر و حداکثر آن ۶۲۰۰ نانوگرم بر لیتر گزارش شده است که این موضوع تاییدی بر منشا آنترآپوژنیک مس در اکوسیستم های مورد بررسی است، علاوه بر این غلظت مس در خلیج و مصب رودخانه ها بالاتر از آبهای آزاد بوده و غلظت ۱۰۰ نانوگرم بر لیتر به عنوان غلظت مرجع مس در اکوسیستم های دریایی پذیرفته شده است (Sadiq, 1992).

(1992)



شکل ۳۷. میانگین غلظت فلز مس در محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان طی سالهای ۸۶ و ۸۸ با توجه به نتایج مندرج در شکل فوق و مقایسه میزان مس در دودوره پیش مونسون و پس مونسون با غلظت مرجع (۱۰۰ نانوگرم برلیتر) ملاحظه می شود که مقادیر به دست آمده از غلظت مرجع بالاتر است و موید ورود مس از طریق ورود فاضلابهای خانگی یا صنعتی به آبهای دریای عمان می باشد. در سال ۱۳۸۶ غلظت فلزات سنگین در پساب خروجی تصفیه خانه شهر بندرعباس طی چهار فصل اندازه گیری و نتایج نشان داد میانگین سالانه مس در فاضلاب خروجی ۰/۲۱ میلی گرم برلیتر است (مدنی، ۱۳۸۶) که با توجه به دبی بالای تصفیه خانه حجم زیادی از مس محلول به آبهای ساحلی وارد می شود بنابراین می توان با Lab بودن میزان مس در ایستگاههای مورد بررسی را به ورود فاضلابهای شهری و خانگی نسبت داد.

آهن:

در تحقیق حاضر، در سال ۸۶ بیشترین و کمترین غلظت فلز آهن در محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان به ترتیب ۰/۵۲۶ و ۰/۲۶۲ میکروگرم بر لیتر در بهار و ۱/۲۰۹ و ۰/۴۸۴ میکروگرم بر لیتر در پاییز به ثبت رسید. همچنین بیشترین و کمترین غلظت این فلز در بهار ۸۸ به ترتیب ۰/۵۷۹ و ۰/۲۵۸ و در پاییز ۸۸ به ترتیب ۰/۵۶۴ و ۰/۲۰۹ میکروگرم بر لیتر به دست آمد. نتایج مقایسه آماری در هیچ یک فصلهای مورد بررسی اختلاف معنی داری را بین غلظت فلز آهن در ترانسکت های مورد نظر نشان نداد ($P > 0.05$).

در این بررسی، در سال ۸۶ بیشترین و کمترین غلظت فلز کروم در محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان به ترتیب ۰/۰۸۵ و ۰/۰۱۳ میکروگرم بر لیتر در بهار، و ۰/۰۱۵ و ۰/۰۰۲ میکروگرم بر لیتر در پاییز به ثبت رسید. همچنین بیشترین و کمترین غلظت این فلز در بهار ۸۸ به ترتیب ۰/۰۳۴ و ۰/۰۰۱ و در پاییز ۸۸ به ترتیب ۰/۰۴۵ و ۰/۰۰۶ میکروگرم بر لیتر به دست آمد. نتایج مقایسه آماری در بهار و پاییز سال ۸۶ اختلاف معنی داری را بین غلظت فلز آهن در ترانسکت‌های مورد نظر نشان نداد ($P > 0.05$). اما در سال ۸۸ اختلاف معنی داری بین غلظت آن در ترانسکت‌های مورد نظر به دست آمد ($P < 0.05$). کروم در آب دریا به فرم های کروم (III) و کروم (VI) وجود دارد و تغییرات آن به عواملی نظیر جذب بر روی ذرات معلق، سطوح اکسید آهن، اکسید منگنز و تشکیل کمپلکس با ترکیبات آلی بستگی دارد. در شرایطی که ذرات معلق کافی وجود داشته باشد کروم (III) به کروم احیاء شده و از طریق جذب سطحی بر روی ذرات ته نشین می شود. در فرایند دیگری $Cr(OH)_3$ طی یک فرایند سه مرحله ای جذب $Fe_3(OH)_8$ شده و بصورت $FeCr_2O_4$ درمی آید (Sadiq, 1992).

کروم:

تغییرات میانگین غلظت کروم در دودوره پیش و پس مونسون سال ۸۶ نشان داد که میزان کروم از ۴۳/۲ نانوگرم بر لیتر در بهار به ۴/۳ نانوگرم بر لیتر در پاییز کاهش یافته است و روند مشابهی نیز در سال ۸۸ به دست آمد. به نظر می رسد طی مونسون بخش زیادی از کروم از طریق فرایند های مختلف از فاز محلول خارج شده باشد، علاوه بر این با توجه به مشاهده نوسانات زیاد میانگین غلظت کروم در منطبق مورد بررسی می تواند ناشی از منشاء آنتراپوزنیک کروم باشد و به نظر می رسد کروم از طریق فاضلاب های شهری وارد این اکوسیستم آبی شده باشد. البته اثرات بارندگی نباید در این باره نادیده گرفته شود.

میانگین غلظت فلزات به دست آمده در محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان با مقادیر استاندارد مورد مقایسه قرار گرفت. بررسی مقادیر فلزات در محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان و مقایسه آنها با یکدیگر نشان داد که غلظت آهن در نمونه های بررسی شده از کلیه عناصر بیشتری باشد (جدول ۲). آهن شبیه نیتروژن و فسفر یکی از عناصر اساسی در تولیدات اولیه اکوسیستم های آبی است. آهن طی فرایند هایی نظیر فراچاهندگی، ته نشین شدن ذرات معلق هوا، رودخانه ها و جدا شدن از رسوبات بستر به اقیانوس ها وارد می شود. (Wells et al., 1995) غالباً میزان آهن می تواند با غنای آب اکوسیستم های آبی مرتبط باشد. روند تغییرات فلزات بررسی شده به صورت $Fe > Cu > Ni > Pb > Cd > Cr$ به دست آمد که بیانگر بالا بودن نسبی فلزات آهن، مس، نیکل نسبت به سایر فلزات مورد بررسی است. نظریه اینکه تاکنون استاندارد ملی برای آلاینده های خلیج فارس و دریای عمان تدوین نشده است، از این رو فعلاً امکان مقایسه با استانداردهای

بومی سازگار باخلیج فارس یا دریای عمان وجود ندارد، لذا نتایج با استانداردهای بین المللی یا استانداردهای ملی سایر کشورها مقایسه می شود. با توجه به جدول ۱ می توان نتیجه گرفت به جز آهن که در ردیف استانداردها ذکر نشده است برطبق استاندارد شیلی کلیه نمونه های مورد بررسی در تحقیق حاضر در گروه اقرار می گیرند. برطبق تعریف گروههای او ۲ و ۳ به ترتیب موید آب باکیفیت خیلی خوب، خوب و معمولی می باشد (Valdés et al., 2011). مقایسه مقادیر با استاندارد EPA (EPA, 2009) نشان می دهد غلظت فلزات مورد سنجش در آبهای نیمه شمالی دریای عمان از مقادیر CCC و CMC به مراتب کمتر است. مقایسه نتایج حاصل با استاندارد استرالیا نیز موید آن است که غلظت فلزات مورد بررسی پایین تر از مقادیری است که بتواند برای آبریزان خطری در پی داشته باشد. بنابراین اکوسیستم دریای عمان شرایط مطلوبی داشته و به نظر نمی رسد خطری متوجه آبریزان این پهنه آبی باشد.

جدول ۲: مقایسه مقادیر استاندارد کشورهای مختلف دنیا (غلظت ها بر حسب میکروگرم بر لیتر)

شیلی			نیوزلند و استرالیا		EPA		فلز
گروه ۳	گروه ۲	گروه ۱	۰/۹۹ ^a	۰/۸۰ ^a	CMC ^a	CCC ^b	
>۵۰	۱۰-۵۰	<۱۰	۰/۳	۸	۴/۸	۳/۱	مس
۵۰-۱۰۰	۱۰-۵۰	<۱۰	-	-	-	-	کروم
>۱۰۰	۲-۱۰۰	<۲	۷	۵۶۰	۷۴	۸/۲	نیکل
>۱۰	۵-۱۰	<۵	۰/۷	۳۶	۴۰	۸/۸	کادمیوم
>۵۰	۱۰-۵۰	<۱۰	۰/۱۴	۸۵	۱۱۰۰	۵۰	کروم (VI)
>۰/۵	۰/۲-۰/۵	<۰/۲	۰/۱	۱/۴	۱/۸	۰/۹۴	جیوه
>۵۰	۳-۵۰	<۳	۲/۲	۱۲	۲۱۰	۸/۱	سرب

CMC: بالاترین غلظتی که یک ماده در سطح آب می تواند داشته باشد بدون اینکه اثر غیر قابل قبولی بر جوامع آبرزی داشته باشد.

CCC: معیاری از تخمین حداکثر غلظت پیوسته ماده در سطح آب، بدون اینکه اثر غیر قابل قبولی بر جوامع آبرزی داشته باشد.

a: غلظتی که انتظار می رود در آن غلظت معادل ۸۰ یا ۹۹ درصد گونه ها حفاظت شوند

جدول ۳. میانگین غلظت فلزات مورد بررسی در آبهای نیمه شمالی دریای عمان طی سالهای ۱۳۸۶ و ۱۳۸۸

پس مانسون (پاییز) (۸۸)		پیش مانسون (بهار) (۸۸)		پس مانسون (پاییز) (۸۶)		پیش مانسون (بهار) (۸۶)		فلزات
انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	
۵۵	۸۷	۲۵	۴۱/۵۳	۱/۱	۱۱/۹	۱۷۴/۶	۲۱۴/۵	*نیکل
۲۲/۹	۲۹/۳	۷۹	۹۷/۳۳	۹/۶	۱۱۰/۶	۲۱۱/۹	۲۶۶	*مس
۱۹۵/۱	۳۶۲/۵	۱۸۹/۶	۴۵۲/۵	۳۴۰	۷۱۷/۱	۱۸۰	۳۸۷/۳	*آهن
۱۵	۲۶	۱۴	۲۷	۴/۱	۴/۳	۳۸	۴۳/۲	**کروم
۱۲/۳	۱۷/۳	-	-۷۵ND	۳۱	۵۰	۲۱۰	۲۲۸	*سرب
۱۲/۳	۱۷/۱	۶۹	۹۸/۲	ND	ND	۴۸	۷۷	کادمیم

: غلظت‌ها بر حسب (نانوگرم برلیتر) می‌باشد

۳-۴-۲- فلزات سنگین در نمونه های رسوب

برای ارزیابی آلودگی محیط به یک ماده، ابتدا فاکتور آلودگی (C_f) مورد محاسبه قرار گرفته و

سپس از طریق آن میزان درجه آلودگی محاسبه می‌گردد. در فرمول فوق C_n ، غلظت فلز در

میانگین شیل جهانی و C_0 میانگین فلز در رسوبات آلوده می‌باشد. (Mashiatullah et al., 2012).

نحوه توصیف مقادیر فاکتور آلودگی به صورت جدول ذیل بیان می‌شود (Satyanarayana et al., 1994).

جدول ۴: نحوه توصیف مقادیر فاکتور آلودگی

C_f	$C_f < 1$	$1 < C_f < 3$	$3 < C_f < 6$	$C_f > 6$
شدت آلودگی	آلودگی کم	آلودگی متوسط	آلودگی قابل توجه	آلودگی خیلی زیاد

در این تحقیق فاکتور آلودگی (C_f) برای همه فلزات سنگین (به جز جیوه) و برای رسوبات بستر تک تک ترانسکت‌ها (در همه فصول) محاسبه گردید تا بتوان با استفاده از آن، میزان درجه آلودگی را برای مناطق مختلف محدوده نیمه شمالی دریای عمان به دست آورده و مورد ارزیابی قرار داد. نتایج مقادیر فاکتور آلودگی (C_f) در جدول ۴ ارائه شده است. با توجه به مقادیر ارائه شده در جدول ۴ و مقایسه آنها با مشخصه‌های موجود در جدول ۳، ملاحظه می‌گردد که مقدار C_f در همه فصول و در همه ترانسکت‌ها کمتر از ۱ ($C_f < 1$) به دست آمده است، (به جز بهار، آن هم فقط در مورد مس و کادمیم در برخی

ترانسکت‌ها) با توجه به اینکه بیشترین میزان C_f برای مس در ترانسکت ۱ (محدوده تنگه هرمز) به دست آمده لذا به نظر می‌رسد علت این افزایش به خاطر تاثیر تردد نفتکش‌ها بوده باشد. وانادیم، نیکل و سرب عناصری هستند که در رسوبات محتوی نفت سنگین و قیرباهم یافت می‌شوند (Reimann and Caritat, 1998).

جدول ۵: میزان فاکتور آلودگی (C_f) در رسوبات بستر مناطق مورد نظر طی سالهای ۸۶ و ۸۸

فصل	ترانسکت	Ni	V	Pb	Cd	Cu	Cr	Fe
بهار ۸۶	۱	۰/۰۰۸۲	۰/۰۲۲۵۳۵	۰/۰۰۴۵۱۳	۰/۰۳۹۷۲۷۳	۶/۳۱۹۲۲۲	۰/۰۳۲۳۴۸	۰/۰۳۶۲۳
	۲	۰/۰۰۵۶	۰/۰۲۰۹۲۹	۰/۰۰۹۶۵۶	۰/۰۸۱۸۱۸۲	۲/۰۰۰۴۵	۰/۰۳۸۸۱	۰/۰۴۴۳۲
	۳	۰/۰۰۱۴	۰/۰۱۲۲۷۶۹	۰/۰۰۳۴۵۸	۰/۰۵۹۰۲۲۷	۰/۰۹۶۹۲	۰/۰۳۰۸۳۴	۰/۰۳۱۷۵
	۴	۰/۰۰۲۳	۰/۰۱۳۴۱۵۴	۰/۰۰۴۰۲۸	۱/۰۴۲۹۵۵	۱/۲۶۰۴	۰/۰۳۲۰۷۲	۰/۰۵۵۰۸
	۵	۰/۰۰۰۲	۰/۰۵۸۲۰۳	۰/۰۰۴۲۶	۰/۰۷۱۳۸۶۴	۱/۱۹۱۹۱۱	۰/۰۳۷۰۸۸	۰/۰۴۰۵۹
	۶	۰/۰۰۰۴	۰/۰۱۰۴۲۱۵	۰/۰۰۱۰۲۶۵	۱/۰۵۵۱۱۳۶	۱/۸۸۴۸۴۴	۰/۰۳۱۶۱۸	۰/۰۲۳۴۹
	۷	۰/۰۰۲۹	۰/۰۱۳۷۲۳۱	۰/۰۰۱۱۷۳۳	۱/۰۶۷۲۷۳	۲/۲۷۵۹۱۱	۰/۰۳۶۵۹۳	۰/۰۴۹۲۷
	۸	۰/۰۰۶۳	۰/۰۱۴۸۲۵۱	۰/۰۰۳۷۰۷۸	۱/۱۶۷۵	۲/۷۵۶۵۳۳	۰/۰۳۳۹۱۱	۰/۰۳۴۸۱
	۹	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۶۲۳۹۵	۰/۰۰۳۲۸	۰/۰۸۹۶۷۲۷	۱/۵۸۷۹۲۲	۰/۰۳۱۲۵۵	۰/۰۳۱۸۶
	۱۰	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۷۳۸۸۶	۰/۰۰۳۰۷۳	۰/۰۵۲۶۵۹۱	۱/۲۸۱۰۸۹	۰/۰۳۰۲۰۲۱	۰/۰۲۲۵۴
بایز ۸۶	۱	۰/۰۴۴۶۳	۰/۰۶۷۳۰۸	۰/۰۲۶۳۷۵	۰/۰۲۱۸۱۸۲	۰/۰۹۲۷۷۷۸	۰/۰۴۲۹۷۲	۰/۰۰۴۵۷۷
	۲	۰/۰۲۴۱۶	۰/۰۶۲۹۲۳	۰/۰۰۳۱۵	۰/۰۱۰۶۸۱۸	۰/۰۲۶۰۸۴۴	۰/۰۳۴۷۴۷	۰/۰۰۴۳۴۳
	۳	۰/۰۳۵۷۳	۰/۰۰۹۸۳۰۸	۰/۰۰۳۵۷۵	۰/۰۱۴۰۹۰۹	۰/۰۱۱۷۵۶۷	۰/۰۰۴۵۵۱۱	۰/۰۰۴۶۰۴
	۴	۰/۰۳۸۳۳	۰/۰۰۱۰۹۲۳	۰/۰۰۳۸۷۵	۰/۰۱۷۲۷۲۷	۱/۰۷۳۱۱۱	۰/۰۰۸۳۹۱۱	۰/۰۰۵۷۵۶
	۵	۰/۰۳۳۸۷	۰/۰۰۹۴۸۴۶	۰/۰۰۳۹۲۵	۰/۰۱۲۷۲۷۳	۰/۰۸۶۸۲۲۲	۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۴۷۹۱
	۶	۰/۰۳۴۲۶	۰/۰۰۹۱۶۹۲	۰/۰۰۴۰۷۵	۰/۰۲۴۷۷۲۷	۰/۰۷۲۷۷۷۸	۰/۰۱۰۴۲۸۹	۰/۰۰۴۹۰۶
	۷	۰/۰۳۸۸۵	۰/۰۱۳۶۱۵۴	۰/۰۰۳۶۷۵	۰/۰۳۷۰۴۵۵	۰/۰۸۴۱۷۷۸	۰/۰۱۱۶۲۴۴	۰/۰۰۴۹۲۳
	۸	۰/۰۳۳۶۰	۰/۰۰۸۳۷۶۹	۰/۰۰۳۱۵	۰/۰۱۴۰۹۰۹	۰/۰۵۶۳۱۱۱	۰/۰۰۸۷۵۸۳	۰/۰۰۴۲۶۴
	۹	۰/۰۲۸۰۵	۰/۰۰۳۵۳۸	۰/۰۰۳۳	۰/۰۱۲۵	۰/۰۳۱۹۱۱۱	۰/۰۰۸۹۵۷۸	۰/۰۰۳۸۸۲
	۱۰	۰/۰۳۴۱۵	۰/۰۱۱۹۸۴۶	۰/۰۰۳۷	۰/۰۱۰۹۰۹۱	۰/۰۵۱۷۱۱۱	۰/۰۰۷۸۴۲۲	۰/۰۰۴۱۰۵
بهار ۸۸	۱	۰/۰۴۴۶۳	۰/۰۶۷۳۰۸	۰/۰۲۶۳۷۵	۰/۰۲۱۸۱۸۲	۰/۰۹۲۷۷۷۸	۰/۰۴۲۹۷۲	۰/۰۰۴۵۷۷
	۲	۰/۰۲۴۱۶	۰/۰۶۲۹۲۳	۰/۰۰۳۱۵	۰/۰۱۰۶۸۱۸	۰/۰۲۶۰۸۴۴	۰/۰۳۴۷۴۷	۰/۰۰۴۳۴۳
	۳	۰/۰۳۵۷۳	۰/۰۰۹۸۳۰۸	۰/۰۰۳۵۷۵	۰/۰۱۴۰۹۰۹	۰/۰۱۱۷۵۶۷	۰/۰۰۴۵۵۱۱	۰/۰۰۴۶۰۴
	۴	۰/۰۳۸۳۳	۰/۰۰۱۰۹۲۳	۰/۰۰۳۸۷۵	۰/۰۱۷۲۷۲۷	۱/۰۷۳۱۱۱	۰/۰۰۸۳۹۱۱	۰/۰۰۵۷۵۶
	۵	۰/۰۳۳۸۷	۰/۰۰۹۴۸۴۶	۰/۰۰۳۹۲۵	۰/۰۱۲۷۲۷۳	۰/۰۸۶۸۲۲۲	۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۴۷۹۱
	۶	۰/۰۳۴۲۶	۰/۰۰۹۱۶۹۲	۰/۰۰۴۰۷۵	۰/۰۲۴۷۷۲۷	۰/۰۷۲۷۷۷۸	۰/۰۱۰۴۲۸۹	۰/۰۰۴۹۰۶
	۷	۰/۰۳۸۸۵	۰/۰۱۳۶۱۵۴	۰/۰۰۳۶۷۵	۰/۰۳۷۰۴۵۵	۰/۰۸۴۱۷۷۸	۰/۰۱۱۶۲۴۴	۰/۰۰۴۹۲۳
	۸	۰/۰۳۳۶۰	۰/۰۰۸۳۷۶۹	۰/۰۰۳۱۵	۰/۰۱۴۰۹۰۹	۰/۰۵۶۳۱۱۱	۰/۰۰۸۷۵۸۳	۰/۰۰۴۲۶۴
	۹	۰/۰۲۸۰۵	۰/۰۰۳۵۳۸	۰/۰۰۳۳	۰/۰۱۲۵	۰/۰۳۱۹۱۱۱	۰/۰۰۸۹۵۷۸	۰/۰۰۳۸۸۲
	۱۰	۰/۰۳۴۱۵	۰/۰۱۱۹۸۴۶	۰/۰۰۳۷	۰/۰۱۰۹۰۹۱	۰/۰۵۱۷۱۱۱	۰/۰۰۷۸۴۲۲	۰/۰۰۴۱۰۵
بایز ۸۸	۱	۰/۰۴۰۷۳	۰/۰۱۲۸۰۹۶	۰/۰۰۳۷۳۷۵	۰/۰۲۷۸۴۰۹	۱/۰۸۱۵۵۶	۰/۰۰۷۶۱۵۸	۰/۰۰۴۸۱۵
	۲	۰/۰۴۰۰۴	۰/۰۰۳۱۳۲۵	۰/۰۰۳۹۵	۰/۰۲۰۴۵۴۵	۰/۰۷۵۸۲۲۲	۰/۰۰۷۴۲۱۱	۰/۰۰۴۴۹۶
	۳	۰/۰۳۸۰۸	۰/۰۱۱۰۳۸۵	۰/۰۰۴۲۷۵	۰/۰۲۹۰۹۰۹	۱/۲۴۴۸۸۹	۰/۰۰۱۰۶۲۲	۰/۰۰۵۳۷۹
	۴	۰/۰۳۰۴۷	۰/۰۰۹۸۸۵	۰/۰۰۴۵۲۵	۰/۰۱۵۹۰۹۱	۱/۱۵۶۴۴۴	۰/۰۰۷۹۷۵۶	۰/۰۰۴۱۸
	۵	۰/۰۳۴۴۹	۰/۰۱۰۰۸۸۵	۰/۰۰۴۵۷۵	۰/۰۱۶۱۳۶۴	۰/۰۹۶۹۵۵۶	۰/۰۰۵۲	۰/۰۰۵۶۶۲
	۶	۰/۰۳۲۱۲	۰/۰۱۰۴۲۶۹	۰/۰۰۴۶	۰/۰۱۴۰۹۰۹	۰/۰۴۵۹۶۶۷	۰/۰۰۳۴۷۵۶	۰/۰۰۴۸۸۲
	۷	۰/۰۳۴۵۰	۰/۰۱۰۴۱۹۲	۰/۰۰۴۸۲۵	۰/۰۱۶۱۳۶۴	۰/۰۸۷۱۳۳۳	۰/۰۰۵۳۲	۰/۰۰۴۲۸۸
	۸	۰/۰۲۶۵۴	۰/۰۱۱۲۴۲۳	۰/۰۰۴۶	۰/۰۱۷۲۷۲۷	۰/۰۲۶۲۶۶۷	۰/۰۰۳۷۱۱۱	۰/۰۰۳۸۲۹
	۹	۰/۰۳۲۷۷	۰/۰۰۸۲۷۳۱	۰/۰۰۴۶۲۵	۰/۰۱۸۸۶۳۶	۰/۰۳۸۸۸۸۹	۰/۰۰۲۳۴۸۹	۰/۰۰۴۷۱۷
	۱۰	۰/۰۳۶۲۰	۰/۰۰۹۸۹۲۳	۰/۰۰۴۳۲۵	۰/۰۱۰۶۸۱۸	۰/۰۵۰۴۷۷۸	۰/۰۰۴۳۸۸۹	۰/۰۰۶۹۸

با توجه به اینکه فاکتور C_f برای همه فلزات محاسبه و مشخص گردید، حال می توان از مجموع فاکتورهای آلودگی تک تک فلزات و با استفاده از رابطه $C_d = \sum C_f$ درجه آلودگی (C_d) یا Contamination Degree ناشی از تمام این عناصر را به دست آورد، و سپس با مقایسه مشخصه های جدول بررسی کیفیت محیط زیست از نظر درجه آلودگی (Loska et al., 1997). مورد ارزیابی قرار داد.

جدول ۶: نحوه سنجش و بررسی کیفیت محیط زیست از نظر درجه آلودگی

C_d	$C_d < 8$	$8 < C_d < 16$	$16 < C_d < 32$	$C_d > 32$
	آلودگی کم	آلودگی متوسط	آلودگی شدید	آلودگی خیلی شدید
	توصیف درجه آلودگی			

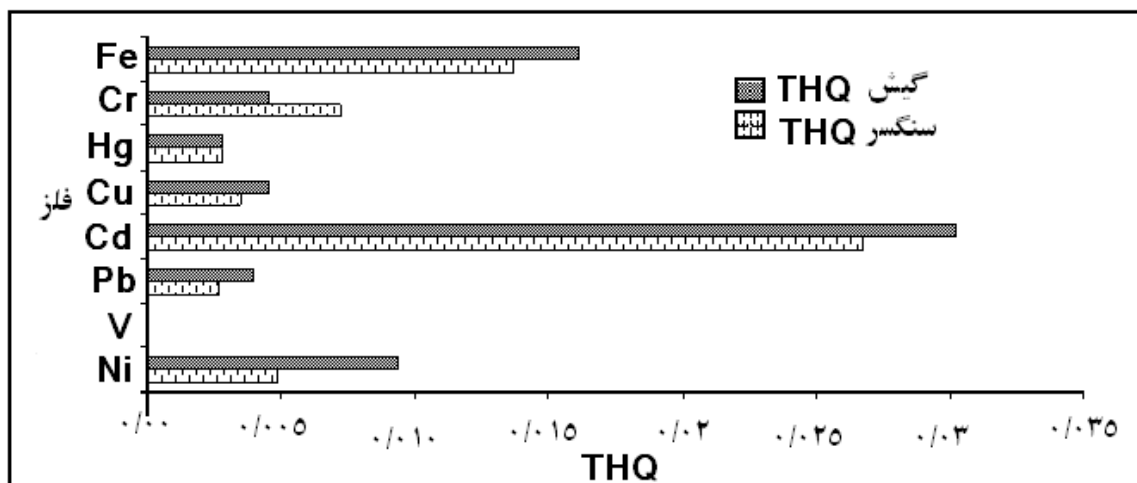
با استفاده از داده ها و مقادیر فاکتور آلودگی (C_f) ارائه شده در جدول ۴، میزان درجه آلودگی رسوبات بستر همه ترانسکت ها از نظر فلزات سنگین، با استفاده از رابطه $C_d = \sum C_f$ مورد محاسبه قرار گرفت. نتایج به دست آمده در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۷: میزان درجه آلودگی در رسوبات بستر مناطق مختلف نیمه شمالی دریای عمان طی سال های ۸۶ و

ترانسکت	فصل بهار ۸۶	فصل پاییز ۸۶	فصل بهار ۸۸	فصل پاییز ۸۸
۱	۶/۷۸۸	۱/۰۵۳	۱/۷۳۳	۲/۰۱۴
۲	۳/۰۷۸	۲/۶۹۶	۰/۷۴۳	۱/۵۸۵
۳	۱/۷۲۱	۱/۸۵۴	۰/۸۰۰	۲/۱۷۷
۴	۲/۴۸۱	۱/۶۸۰	۱/۸۵۹	۱/۸۵۹
۵	۲/۰۱۰	۱/۴۴۳	۱/۵۲۶	۱/۶۸۰
۶	۳/۵۸۵	۳/۰۲۱۲	۱/۵۶۰	۱/۱۱۲
۷	۳/۵۳۷	۱۳/۲۸۰	۱/۸۹۵	۱/۵۸۸
۸	۴/۱۵۳	۱/۶۱۵	۱/۲۴۷	۰/۹۰۰
۹	۲/۵۸۱	۱/۲۳۴	۰/۹۵۵	۱/۰۶۲
۱۰	۱/۹۱۸	۰/۹۷۴	۱/۲۰۷	۱/۱۶۷

با توجه به نتایج به دست آمده در رابطه با میزان درجه آلودگی در رسوبات بستر مناطق مورد بررسی در جدول ۶ و مقایسه آنها با مشخصه های سنجش کیفیت محیط زیست از نظر درجه آلودگی در جدول ۵

ملاحظه می‌گردد که همه نتایج حاصله در ناحیه آلودگی کم قرار دارند، بنابراین می‌توان گفت که آب و رسوبات بستر محدوده آبهای ایرانی دریای عمان از نظر غلظت فلزات سنگین جزء اکوسیستم‌های پاک و غیر آلوده به‌شمار می‌رود. همچنین برآورد میزان خطر (THQ) در مصرف کنندگان ماهی سنگسر و گیش ناشی از فلزات سنگین (نیکل، سرب، کادمیوم، مس، جیوه، کروم و آهن) محاسبه گردید و نتایج به دست آمده نشان داد میزان خطر در هر دو ماهی برای هر تمامی فلزات مذکور به میزان قابل توجهی پایین تر از ۱ می‌باشد (شکل ۳۸). این بدین معنی است که جوامع شهری استان با میزان مصرف های محاسبه شده در



معرض هیچ گونه خطری ناشی از تجمع فلزات سنگین مورد بررسی در این مطالعه نمی‌باشند.

شکل ۳۸: برآورد میزان خطر (THQ) در مصرف کنندگان ماهی سنگسر و گیش ناشی از فلزات سنگین

۳-۴-۳- هیدروکربن های نفتی در آب

میانگین غلظت کل هیدروکربن های نفتی TPH^۵ و TPAH^۶ در محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز مورد سنجش قرار گرفت و نتایج حاصله در شکل ۳۸ ارائه شده است. با توجه به شکل فوق ملاحظه می‌گردد که اولاً میانگین غلظت کل هیدروکربن های نفتی هم در سال ۸۶ و هم در سال ۸۸ در بهار (پیش مونسون) بیشتر از پاییز (پس مونسون) می‌باشد، ثانیاً غلظت کل هیدروکربن ها به جز فصل بهار ۸۶ در بقیه فصول بسیار به هم نزدیک می‌باشد، اما در بهار ۸۶ میانگین غلظت کل هیدروکربن های نفتی TPAH و TPH بالاتر از سایر فصول بوده و بیشترین مقدار آنها در ترانسکت ۴ (بین جاسک و راس‌الکوه) به

⁵- Total, Petroliom , Hydrocarbon

⁶- Total, Petroliom , Aromatic , Hydrocarbon

دست آمد، علی رغم اینکه علت بالا بودن غلظت آلاینده‌ها در بهار نسبت به پاییز را می‌توان به عوامل مختلفی از قبیل ورودی پساب‌های صنعتی، شهری، رودخانه‌ها و آبهای شیرین در زمان بارندگی نسبت داد، اما صرف نظر از موارد مذکور، به نظر می‌رسد مونسون تابستانه یکی از عوامل تاثیر گذار در این رابطه بوده باشد. به بیان دیگر با

با توجه به اینکه نمونه‌های مربوط به هیدروکربن‌های نفتی، از لایه‌های سطحی آب نمونه برداری شده است و با در نظر گرفتن اینکه در زمان مونسون به دلیل متلاطم شدن دریا و پدیده جریان‌های فراجوشی دریا به شدت موج و متلاطم گردیده و لایه‌های سطحی و عمقی به خوبی با یکدیگر مخلوط می‌گردند در نتیجه، این مخلوط شدگی و به هم خوردن بدنه آبی، می‌تواند تاثیر مثبتی در کاهش آلاینده‌های لایه‌های سطحی آب داشته باشد. اما بالا بودن میزان هیدروکربن‌های نفتی در بهار ۸۶، احتمالاً نشان دهنده آن است که در این فصل مقادیر بیشتری از آلودگی‌های نفتی (چه از طریق خشکی و چه از دریایی) به آب‌های مناطق نمونه برداری وارد شده است. به طور مثال بیشترین بارندگی در طی سالهای ۸۶ تا ۸۹ در محدوده بندر جاسک در فصل بهار ۸۶ به مقدار ۱۶۳ میلی‌متر گزارش شده است (اقتباس از سازمان هواشناسی استان هرمزگان). شایان ذکر است که بالا بودن غیر متعارف میزان هیدروکربن‌های نفتی در ترانسکت ۴ (بین جاسک و راس‌الکوه) احتمالاً به خاطر تخلیه آب توازن کشتیها در این منطقه و در محدوده زمانی نمونه برداری بوده باشد، به طور کلی در بیشتر مواقع مشاهده شده است که نفتکش‌ها قبل از ورود به محدوده تنگه هرمز آب توازن خود را در محدوده مذکور تخلیه نموده و سپس وارد تنگه هرمز و خلیج فارس می‌شوند، از طرفی معمولاً در این محدوده هر از چندگاهی اتفاقات ناگوار و تصادمات کشتی‌ها نیز رخ می‌دهد، به طور مثال در سال ۸۴ کشتی تانکر یونانی Lupus در روبروی راس‌الکوه با کشتی Ro-Ro تصادف نمود و ۴۰۰ تن از ۱۲۰۰ تن سوخت تانکر کشتی در این مکان تخلیه گردید.

به طور کلی PAHها از نظر نوع منشأ به دو دسته اصلی، منشأ پیرولیتیک^۷ و پتروژنیک^۸ تقسیم بندی می‌شوند. PAHهای با منشأ پیرولیتیک به PAHهایی گفته می‌شود که از احتراق سوخت فسیلی ناشی شده و PAHهای با منشأ پتروژنیک به آن دسته از PAHهایی اطلاق می‌شود که از نفت خام منشأ می‌گیرند (Md^۹ (Suhaimi *et al.*, 2007). PAHهای با منشأ پتروژنیک اغلب شامل PAHsهای با وزن ملکولی پایین LMW^۹ (۲ تا ۳ حلقه بنزنی) و PAHهای با منشأ پیرولیتیک، PAHهای با وزن ملکولی بالا HMW^{۱۰} (۴ تا ۶ حلقه بنزنی) غالب هستند (Beliaeff *et al.*, 2002). در بهار ۸۶ نسبت هیدروکربن‌های آروماتیک با وزن ملکولی

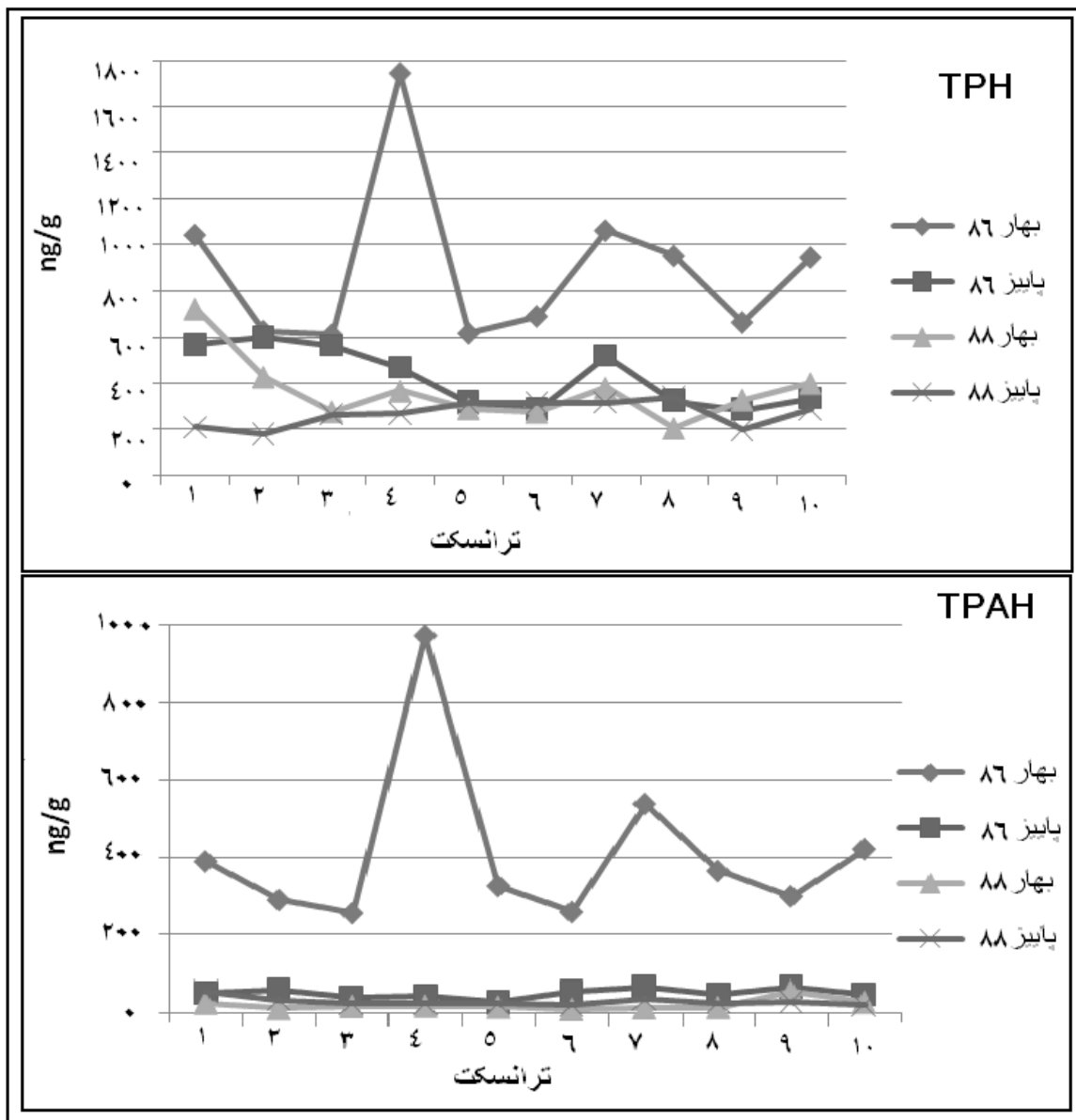
۷-Pyrolitic

۸-Petrogenic

۹-Low Molecular Weight

۱۰- High Molecular Weight

پایین به هیدروکربن های آروماتیک با وزن ملکولی بالا (LMW/HMW) مورد سنجش قرار گرفت ونتایج حاصله نشان داد که بیشترین مقادیر این نسبت نیز در بهار ۸۶ در ترانسکت ۴ (۲۲/۴۸) می باشد و این نسبت نشان می دهد که هیدروکربن های موجود در این ناحیه از منشأ پتروژنیک بوده که از نشت نفت بوجود می آیند، نتایج حاصل از بررسی نسبت (LMW/HMW) برای تمامی ترانسکت ها و همه فصول، مورد محاسبه قرار گرفت که در مجموع از کل نسبت های حاصله می توان گفت که در هر یک از فصلها، مناطق مختلف مورد بررسی در محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز مخلوطی از هیدروکربن های با منشأ پایرولیتیک و پتروژنیک را دریافت کرده اند.



شکل ۳۹: میانگین روند تغییرات غلظت کل TPH و TPAH در آبهای نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز (طی سالهای ۸۶ و ۸۸)

طبق نظر Baumard و همکاران در سال ۱۹۹۸ میزان غلظت هیدروکربن های آروماتیک را می توان با عبارات کم (۰-۱۰۰)، متوسط (۱۰۰-۱۰۰۰)، زیاد (۱۰۰۰-۵۰۰۰) و بسیار زیاد (بیشتر از ۵۰۰۰) نانو گرم بر گرم توصیف کرد. بر این اساس نتایج به دست آمده با نتایج آب های نقاط مختلف دنیا در جدول ۷ مورد مقایسه قرار گرفته است. با توجه به جدول فوق مشاهده می شود که آلودگی در مناطق مورد مطالعه در بهار ۸۶ در حد کم تا متوسط و در سایر فصول مورد بررسی در حد کم و وجود دارد و این بدین معنی است که خطری از این آلاینده ها برای موجودات منطقه وجود ندارد.

جدول ۸: مقایسه غلظت tPAHs در آب های نیمه شمالی دریای عمان با آب های نقاط مختلف دنیا

منبع	سطح آلودگی	tPAHs (ng/l)	منطقه
Fernandes <i>et al.</i> , 1997	کم	۴-۳۶	رودخانه Seine و مصب آن، فرانسه
Maskaoui <i>et al.</i> , 2002	بسیار زیاد	۶۹۶۰-۲۶۹۰۰	مصب رودخانه Jiulong و دریای چین
El-Samra <i>et al.</i> , 1983	بسیار زیاد	۱۵۰۰-۱۴۰۰۰	کانال سوئز
El-Samra <i>et al.</i> , 1986	بسیار زیاد	۱۲۰۰-۵۴۶۰۰۰	قسمت های شمالی خلیج فارس
IAEA, 1985	متوسط تا بسیار زیاد	۴۰۰-۵۷۰۰	بحرین
IAEA, 1985	متوسط تا بسیار زیاد	۱۰۰-۳۰۰۰۰	امارات متحده عربی
IAEA, 1985	متوسط تا بسیار زیاد	۳۰۰-۴۵۵۰۰۰	عمان
Marchand <i>et al.</i> , 1982	متوسط تا بسیار زیاد	۴۰۰-۶۶۸۰۰	خلیج مکزیکو
Bu-Olayan and Al-Sarawi, 1993	کم تا بسیار زیاد	۴۰-۶۶۸۰۰	کویت
Manodori <i>et al.</i> , 2006	کم تا متوسط	۲۶۶/۸-۱۲/۴	آب های زیر سطحی Venice، ایتالیا
Witt, 1995	کم	۱۴-۰/۵	دریای بالتیک
Valalanidis <i>et al.</i> , 2008	متوسط	۱۰۳-۴۵۹	خلیج Sarnicos، یونان
Mirza <i>et al.</i> , 2011	کم	۱/۵۶-۳/۶۳	خلیج فارس، سواحل استان بوشهر

مطالعه حاضر (بهار ۸۶)	متوسط	۹۷۲/۶-۲۵۶/۴۳	محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان
مطالعه حاضر (پاییز ۸۶)	کم	۶۵/۸-۲۸/۱	محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان
مطالعه حاضر (بهار ۸۸)	کم	۵۳/۴۳-۹/۰۶	محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان
مطالعه حاضر (پاییز ۸۸)	کم	۵۴/۳۷-۱۹/۱۵	محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان

۳-۴-۴- هیدروکربن های نفتی در رسوبات

میانگین غلظت کل هیدروکربن های نفتی TPH و TPAH در رسوبات بستر محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز مورد سنجش قرار گرفت و نتایج حاصله در شکل ۳۹ ارائه شده است. نتایج حاصل از اندازه گیری غلظت PAHs در رسوبات ترانسکت های مختلف با سه استاندارد کیفیت رسوب شامل استاندارد های کیفیت رسوب آمریکا^{۱۱} (NOAA)، استاندارد کیفیت رسوب کانادا^{۱۲} (ISQGs) و استاندارد حفاظت از محیط زیست فلوریدا^{۱۳} مقایسه شد (جدول ۸). این مقایسه از مهمترین کارهایی می باشد که برای تخمین وجود یا عدم وجود آلودگی در منطقه مورد مطالعه باید صورت گیرد که هدف از آن محافظت از محیط های آبی و تعیین سطح سلامت رسوب از نظر میزان غلظت آلاینده های مختلف می باشد.

جدول ۹: مقایسه استاندارد های کیفیت رسوب

ISQG-High (ngg ⁻¹ dw)	ISQG-Low (ngg ⁻¹ dw)	TEL	PEL	ERM	ERL	ترکیبات PAHs
۴۵۰۰۰	۴۰۰۰	۶۵۵	۶۶۷۶	۴۴۷۹۲	۴۰۲۲	tPAHs
۳۱۶۰	۵۵۲	۳۱۲	۱۴۴۲	۳۱۶۰	۵۵۲	LMW
۹۶۰۰	۱۷۰۰	۶۵۵	۶۶۷۶	۹۶۰۰	۱۷۰۰	HMW

۱۱- National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA)

۱۲ - Interim marine sediment quality guidelines (ISQGs)

۱۳ - Florida Department of Environmental Protection (FDEP)

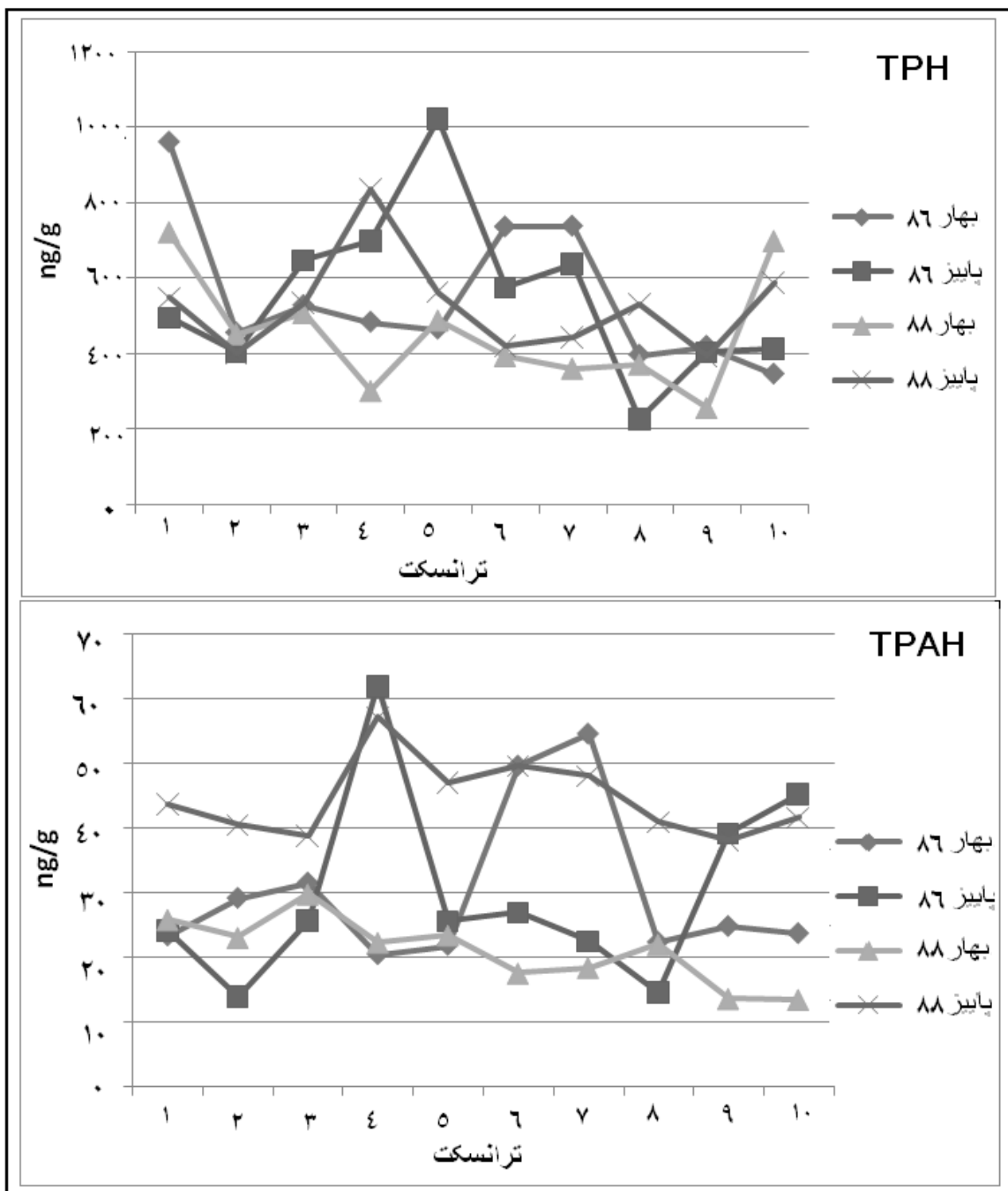
در استاندارد کیفیت رسوب NOAA دو سطح خطر برای آلودگی در رسوبات بیان شده است که عبارتند از ERL^{۱۴} (حدی که کمتر از ۱۰ درصد جوامع بیولوژیک در خطرند) و ERM^{۱۵} (حدی که کمتر از ۵۰ درصد جوامع بیولوژیک در خطرند) (Long *et al.*, 1995). در استاندارد حفاظت از محیط زیست فلوریدا (FDEP) نیز برای استاندارد کیفیت رسوب دو سطح بیان شده است که عبارتند از PEL^{۱۶} (سطحی که همواره اثرات مضر مشاهده می شود) و TEL^{۱۷} (حد اثر آستانه) (FDEP, 1994). با مقایسه غلظت های به دست آمده مشخص گردید که غلظت tPAHs، هیدروکربن های با جرم مولکولی پایین و هیدروکربن های با جرم مولکولی بالا در رسوبات بستر کل محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز هم در بهار و هم در پاییز از استاندارد های ذکر شده کمتر می باشد.

^{۱۴}- Effects Range-Low (ERL)

^{۱۵}- Effects Range-Median (ERM)

^{۱۶}- Probable Effects Level(PEL)

^{۱۷}-Threshold Effects Level(TEL)



شکل ۴۰: میانگین روند تغییرات غلظت کل TPH و TPAH در رسوبات بستر محدود آبهای نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز (طی سالهای ۸۶ و ۸۸)

در رسوبات بستر ترانسکت های مختلف مورد بررسی نیز نسبت هیدروکربن های آروماتیک با وزن ملکولی پایین به هیدروکربن های آروماتیک با وزن ملکولی بالا مورد محاسبه قرار گرفت و نتایج حاصله

نشان داد که در مجموع، رسوبات بستر محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز هم، مخلوطی از هیدروکربن های با منشأ پائرولیتیک و پتروژنیک را دریافت کرده اند. البته منشأ هیدروکربن های آروماتیک حلقوی با استفاده از یک سری نسبت ها نیز تعیین می شود که در جدول شماره ۹ ارائه گردیده .

جدول ۱۰: نسبت های استفاده شده در تعیین منشأ هیدروکربن های آروماتیک حلقوی

منبع	پائرولیتیک	پتروژنیک	نسبت های مولکولی
Magi <i>et al.</i> , 2002; Wu <i>et al.</i> , 2003; Soclo <i>et al.</i> , 2000	<۱۰	>۱۰	PHEN/AN
Magi <i>et al.</i> , 2002; Wu <i>et al.</i> , 2003; Soclo <i>et al.</i> , 2000	<۱	>۱	LMW/HMW
Budzinski <i>et al.</i> , 1997; Magi <i>et al.</i> , 2002; Wu <i>et al.</i> , 2003	>۱	<۱	FLUR/PY

با در نظر گرفتن نسبت های استفاده شده در جدول فوق نیز، نسبت های مولکولی هیدروکربنهای آروماتیک حلقوی در رسوبات بستر مناطق مورد نظر محاسبه و نتایج مربوط به دامنه تغییرات (کمترین و بیشترین) نسبت های به دست آمده در رسوبات بستر محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز طی سال های ۸۶ و ۸۸ در جدول ۱۰ ارائه گردیده است. با توجه به نتایج به دست آمده و با مقایسه آنها با نسبت های استفاده شده در جدول ۹ می توان گفت که در مجموع می توان رسوبات مناطق مورد بررسی نیز در فصول مختلف مخلوطی از هیدروکربن های با منشأ پائرولیتیک و پتروژنیک را دریافت کرده اند.

جدول ۱۱: نتایج نسبت های به دست آمده در تعیین منشأ هیدروکربن های آروماتیک حلقوی در رسوبات

بستر محدوده آبهای نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز طی سال های ۸۶ و ۸۸

نسبت های مولکولی	پتروژنیک	پائرولیتیک	بهار ۸۶	پاییز ۸۶	بهار ۸۸	پاییز ۸۸
PHEN/AN	>۱۰	<۱۰	۰/۰۰-۲/۴۹	۰/۳۱-۰/۹۷	۰/۲۳-۱/۷۱	۰/۲۸-۱/۴۰
LMW/HMW	>۱	<۱	۱/۷۴-۱۴/۰۳	۲۱/۵۳-۱۷/۴۹	۱/۹۸-۴/۷۴	۲/۰۱-۵/۶۳
FLUR/PY	<۱	>۱	۰/۲۹-۲/۸۶	۰/۰۰-۱/۳۱	۰/۰۷-۵/۴۰	۰/۴۸-۴/۶۲

همان طوریکه قبلا اشاره گردید، میزان غلظت هیدروکربن های آروماتیک را می توان با عبارات کم (۰-۱۰۰)، متوسط (۱۰۰-۱۰۰۰)، زیاد (۱۰۰۰-۵۰۰۰) و بسیار زیاد (بیشتر از ۵۰۰۰) نانو گرم بر گرم توصیف نمود. بر این اساس نتایج به دست آمده با نتایج رسوبات بستر سایر نقاط مختلف دنیا در جدول ۱۱ مورد مقایسه قرار گرفته است. با توجه به جدول فوق مشاهده می شود که آلودگی در رسوبات بستر مناطق مورد

مطالعه در تمامی فصول مورد بررسی در حد کم بوده و این بدین معنی است که خطری از این آلاینده ها برای کفزیان منطقه وجود ندارد .

جدول ۱۲: مقایسه غلظت tPAHs در رسوب ترانسکت های مورد مطالعه با رسوبات نقاط مختلف دنیا

منبع	سطح آلودگی	tPAHs (ng/g dw)	منطقه
Wang <i>et al.</i> , 2001	بسیار زیاد	۷۳۰۰-۳۵۸۰۰۰	بندر بوستون، ایالات متحده آمریکا
Mirza <i>et al.</i> , 2011	کم تا متوسط	۴۱/۷-۲۲۷/۵	خلیج فارس، سواحل استان بوشهر
Readman <i>et al.</i> , 2002	کم تا متوسط	۷-۶۳۸	نواحی ساحلی دریای سیاه
De Luca <i>et al.</i> , 2005	متوسط تا زیاد	۱۶۰-۷۷۰	بندر و مناطق ساحلی Olbia و Sardinia (ایتالیا)
De Luca <i>et al.</i> , 2004	کم تا زیاد	۷۰-۱۲۱۰	مناطق ساحلی Porto Torres و Sardinia (ایتالیا)
Pavoni <i>et al.</i> , 2003	کم تا متوسط	۱۵-۵۵۱	سواحل Moroccan، دریای مدیترانه
Raoux <i>et al.</i> , 1999	زیاد تا بسیار زیاد	۱۳۰۰-۷۰۰۰	فرانسه، Monaco Nice (نواحی ساحلی)
Notar <i>et al.</i> , 2001	کم تا متوسط	۳۵-۶۸۲	خلیج Trieste
de mora <i>et al.</i> , 2011	کم	۳۷/۸-۸۵/۸	خلیج فارس و خلیج عمان، بحرین
de mora <i>et al.</i> , 2011	کم تا متوسط	۲۰/۱-۵۳۰/۶	خلیج فارس و خلیج عمان، ایران
de mora <i>et al.</i> , 2011	کم تا متوسط	۵۱/۴-۱۰۸	خلیج فارس و خلیج عمان، عمان
de mora <i>et al.</i> , 2011	کم	۲۲/۹-۷۶/۵	خلیج فارس و خلیج عمان، قطر
de mora <i>et al.</i> , 2011	کم	۱۸/۸-۸۵/۲	خلیج فارس و خلیج عمان، امارات متحده عربی
de mora <i>et al.</i> , 2011	کم	۵۳-۸۱/۵	خلیج فارس و خلیج عمان، عربستان سعودی
مطالعه حاضر (بهار ۸۶)	کم	۲۰/۳۲-۵۴/۵	محدوده آبهای نیمه شمالی عمان و تنگه هرمز
مطالعه حاضر (پاییز ۸۶)	کم	۱۳/۸۵-۶۱/۹۴	محدوده آبهای نیمه شمالی عمان و تنگه هرمز
مطالعه حاضر (بهار ۸۸)	کم	۱۳/۴۲-۲۹/۷۲	محدوده آبهای نیمه شمالی عمان و تنگه هرمز
مطالعه حاضر (پاییز ۸۸)	کم	۳۸/۰۱-۵۷/۰۳	محدوده آبهای نیمه شمالی عمان و تنگه هرمز

نتیجه گیری

۱- در دریای عمان در طول سال ترموکلاین و اکسی کلاین دائمی برقرار بوده و با تغییرات فصلی فقط نقطه شروع و پهنای شکست لایه حرارتی واکسیژنی تغییر می یابد در صورتیکه در خلیج فارس ترموکلاین فصلی برقرار می باشد.

۲- مقدار شوری از شرق به غرب افزایش اما از سطح به عمق کاهش می یابد، البته در نیمه غربی آن و در اعماق بین ۱۵۰ تا ۳۰۰ متری یک افزایش قابل ملاحظه ای را نشان می دهد که منشاء آن آبهای بسیار شور خلیج فارس می باشد که از طریق لایه های تحتانی تنگه هرمز وارد دریای عمان می گردد. همچنین مقدار چگالی آب از سطح به عمق افزایش می یابد.

۳- میزان اکسیژن محلول در بهار بیشتر از پاییز می باشد. مقدار pH از سطح به عمق کاهش یافته و روند تغییرات عمودی آن از روند تغییرات عمودی دما، کلروفیل a واکسیژن محلول پیروی می نماید

۴- غلظت مواد مغذی از غرب به شرق و از سطح به عمق افزایش یافته و در فصل پاییز (بعد از مونسون) بیشتر از بهار (قبل از مونسون) بوده، علاوه بر اینکه غلظت این مواد در دریای عمان بیشتر از خلیج فارس می باشد.

۵- از مجموع بی مهرگان به دست آمده، پرتاران با متوشط تقریبی ۸۰۰ عدد در متر مربع گروه غالب و سپس آمفی پودا، شکم پایان، دوکفه ای ها، سیپونکلا، ناوپایان، فرامینفرا، استراکودا، تانایداسه، اکیورا ها، کوماسه، دکاپودا، کرم های نواری، اوفازیا سه، می سی داسه و مارسانان به ترتیب در رتبه های بعدی قرار دارند.

۶- تراکم ماکروبتوزها در پس مونسون بیشتر از پیش مونسون بوده و با افزایش عمق، تراکم ماکروبتوزها کاهش ولی تنوع آنها افزایش می یابد. علاوه بر اینکه تراکم آنها از تنگه هرمز به خلیج گواتر (غرب به شرق) افزایش می یابد

۷- تراکم پلانکتون های گیاهی از ساحل به دریا کاهش داشته و بیشترین تراکم در لایه فوقانی (۲۵-۰ متر) می باشد.

۸- تراکم پلانکتون های گیاهی و جانوری در پس مونسون بیشتر از پیش مونسون بوده و غنای گونه ای در فصول مختلف متفاوت می باشد.

۹- از نظر در صد فراوانی گروه های پلانکتون جانوری، کوبه پودا، مژه داران، کیسه تنان، سارکوماستیگوفورا و نیمه طنابداران به ترتیب گروه های غالب منطقه می باشند. همچنین در این تحقیق ۳۱ خانواده ایکتیوپلانکتون نیز با تراکم و گسترش متفاوت ثبت گردید.

۱۰- غلظت فلزات سنگین در لایه های سطحی محدوده آب های نیمه شمالی دریای عمان و تنگه هرمز در فصل بهار (پیش مونسون) بیشتر از فصل پاییز (پس مونسون) می باشد و درجه آلودگی آنها نسبت به مقیاس

جهانی در سطح کم قرار دارند، همچنین درجه آلودگی آب و رسوبات بستر محدوده آبهای ایرانی دریای عمان نسبت به شاخص‌های جهانی، نشان می‌دهد که آب و رسوبات بستر این مناطق در بهار و پاییز از نظر غلظت فلزات سنگین جزء اکوسیستم‌های پاک به شمار می‌رود.

۱۱- درجه آلودگی غلظت کل آلاینده‌های نفتی محدوده آبهای ایرانی دریای عمان نسبت به سایر نقاط جهان نشان، در بهار ۸۶ در حد کم تا متوسط و در سایر فصول در حد کم بوده، اما درجه آلودگی در رسوبات بستر، هم در بهار و هم در پاییز در حد کم می‌باشد و این بدین معنی است که در حال حاضر خطری از جانب آلاینده‌های نفتی، آبریان و کفزیان منطقه را تهدید نمی‌کند.

مشکلات:

در این قسمت به برخی از مشکلات و کمبودهای اساسی که تحقیق حاضر در حین اجرا با آنها مواجه بوده اشاره می‌گردد تا شاید در برنامه ریزی‌های آتی پروژه‌ها مد نظر قرار گیرد.

الف- در تنظیم سند اولیه، مبنای برنامه ریزی فاز اجرایی پروژه از نظر زمانی، به گونه‌ای در نظر گرفته شده بود که عملیات نمونه برداری در محدوده نیمه شمالی دریای عمان به مدت ۵ سال (از سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۰) بطور پیوسته به انجام برسد ولی متأسفانه در حین اجرا به دلایل مختلف از قبیل کمبود نیروی انسانی، درگیر بودن کارشناسان بخش اکولوژی به طور همزمان با پروژه‌های دیگر (مثل IZO، پساب پالایشگاه و...)، مشغول به تحصیل بودن همکاران، و بالاخره هزینه بر بودن شناور تحقیقاتی که به سختی در اختیار این پروژه قرار می‌گرفت، باعث گردیدند که ما عملاً بیش از دو سال (سالهای ۸۶ و ۸۸) نتوانیم عملیات نمونه برداری را به انجام برسانیم. با این حال شناسایی و آنالیز نمونه‌ها باز هم با تاخیر به انجام رسید مضاف بر اینکه گزارش نهایی نیز به تاخیر افتاد.

ب- دومین مشکل عدم دسترسی به پناه‌گاه (نبود جزیره) در دریای عمان بود، که در زمان نامساعد شدن شرایط جوی در حین نمونه برداری باعث گردید در بهار ۸۶ از ۴ ایستگاه و در پاییز ۸۶ از دو ایستگاه (از چهل ایستگاه در نظر گرفته شده) نتوانیم نمونه برداری به عمل آوریم.

ج- سومین مشکل بیمه نبودن تجهیزات اقیانوسی و نمونه برداری بود که باعث می‌گردید کارشناسان نتوانند در حین کار از تجهیزات مورد نظر با خیال آسوده و بدون ترس استفاده نمایند.

د- چهارمین مشکل، عدم قدرت اجرایی مجری مسئول طرح می‌باشد، به بیان دیگر وقتی که طرحی با چند زیر پروژه تصویب و اجرا می‌شود تا زمانیکه مجریان پروژه‌ها گزارش نهایی پروژه‌های مربوط به خود

را تهیه و در اختیار مجری مسئول طرح قرار ندهند، برای مجری مسئول طرح نیز تهیه گزارش نهایی طرح امکان پذیر نمی باشد و هیچ کاری هم از دست او بر نمی آید در نتیجه ارائه گزارش نهایی با تاخیر بیش از حد مواجه می گردد، که امید است برای طرح های آتی چاره ای در این باره اندیشیده شود.

ذ- پنجمین مشکل، عدم تخصیص اعتبارات مورد نیاز و عدم ارسال به موقع آن به پژوهشکده بندر عباس بود که گاهی موجب تاخیر در تهیه تجهیزات مورد نیاز و در نتیجه تاخیر در شناسایی و سنجش نمونه ها می گردید.

پیشنهادات

۱- از آنجا که میانگین عمق تنگه هرمز ۸۰ متر بوده و از طرفی نتایج پروفیل عمودی پارامترهای فیزیکی در نیمه شمالی (محدوده آبهای ایرانی) آن نشان داد که اثرات جریان خروجی خلیج فارس در این منطقه، از عمق ۴۰ متری قابل مشاهده می باشد لذا پیشنهاد می گردد مسئولین محترم استان ترتیبی اتخاذ نمایند تا در صورت امکان محتویات لایروبی هایی که در سواحل بندرعباس و قشم صورت میگیرد به جای اینکه در مناطق حساس شیلاتی تخلیه کنند، در نواحی جنوبی جزیره هرمز و در اعماق زیر ۳۰ متری تخلیه گردد تا توسط جریان خروجی از خلیج فارس به دریای عمان انتقال یافته تا از این طریق بتوان از تخریب زیستگاه ها، صیدگاه ها و مناطق حساس شیلاتی خلیج فارس جلوگیری به عمل آورد.

۲- با توجه به اینکه آبهای خلیج فارس و دریای عمان پیوسته توسط جریانهای جزرومدی و جریانهای دریایی "چرخشی مصبی" (Reverse estuary flow) از طریق تنگه هرمز در حال تبادل بوده و این جریانها تاثیر زیادی در این دو اکوسیستم مهم آبی کشور می گذارد، از طرفی با توجه به اینکه نتایج حاصله نشان داد که جریان خروجی از خلیج فارس در لایه های عمقی تقریباً ۱۵۰ تا ۳۰۰ متری دریای عمان جاری شده و به دلیل بالا بودن چگالی آب در لایه های عمیقتر (بیشتر از ۴۰۰ متر) قادر به نفوذ به پایین تر از آن نبوده و در نتیجه مسیر خود را در اعماق تقریباً ۱۵۰ تا ۳۰۰ متری به سمت اقیانوس هند ادامه می دهد لذا پیشنهاد می گردد در صورت امکان بررسی های بیشتری در رابطه با اثرات این جریانها بر روی ذخایر آبزیان و تاثیر احتمالی آن بر مهاجرت برخی از آبزیان مد نظر قرار گیرد.

۳- با توجه به نیاز بخشهای مختلف تحقیقاتی و اجرایی کشور و سرعت توسعه در منطقه جهت دستیابی به تغییرات عوامل محیطی، بر اثر بروز وقایع مختلف زیست محیطی در پهنه‌های آبی جنوب ایران، لازم است مدیران شیلاتی و سایر دست‌اندرکاران ذیربط، از هم‌اکنون ضمن رعایت دقیق نکات زیست محیطی بر احداث صنایع جدید و دیگر فعالیتهای شیلاتی بر اساس استانداردهای قابل قبول را در قالب پایش عوامل محیطی مورد تاکید قرار داده و در برنامه‌ریزیهای آتی خود مد نظر قرار دهند.

۴- پیشنهاد می‌شود مناطق دارای جریانهای فراچاهنده (upwelling) حوزه آبهای ایرانی دریای عمان مورد شناسایی کامل قرار گیرد تا پس از آن بتوان این مناطق را از دیدگاه شیلاتی به عنوان مناطق حاصلخیز در دستور کار مطالعات اکولوژیک دریای عمان قرار داد.

۵- پیشنهاد می‌شود ترتیبی اتخاذ گردد که در پرونده‌های آتی کلیه تجهیزات نمونه برداری قبل از انتقال به عرشه شناور بیمه شوند.

۶- پیشنهاد می‌شود ترتیبی اتخاذ گردد تا پرونده‌هایی که زیر مجموعه یک طرح می‌شوند، داده‌های آنها نیز در اختیار مجری مسئول طرح قرار گیرد تا اینکه اولامجری مسئول بتواند با همکاری مجریان پروژه‌ها کل داده‌ها را یکجا پردازش و تحلیل نماید و ثانیاً اگر مجریان پروژه‌ها به هر دلیلی نتوانستند به موقع گزارش نهایی را آماده نمایند مجری طرح بتواند گزارش نهایی طرح را با استفاده از داده‌های کل به موقع تهیه و ارائه نماید تا این همه تاخیر نیفتد.

تشکر و قدردانی

از حمایت های مالی و فنی مؤسسه تحقیقات شیلات ایران در اجرای این پروژه تشکر و قدردانی می‌نماید. همچنین از همکاری صمیمانه ریاست محترم پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بندر عباس) همچنین از معاونت محترم تحقیقاتی پژوهشکده که در تمام مراحل اجرای این پروژه موجب تسهیل در انجام گشتهای دریایی و ارتقاء کیفی عملیات پروژه بوده‌اند تشکر می‌گردد. همین‌طور بر خود لازم می‌دانم از همکاری کاپیتان و پرسنل محترم شناور تحقیقاتی فردوس ۱ در انجام گشتهای دریایی و همراهی آنان در مراحل مختلف نمونه‌برداری صمیمانه تشکر و قدر دانی نمایم. از کلیه همکاران و صاحب نظرانی که به نحوی در اجرای این پروژه نقش داشته و ذکر نام این عزیزان در اینجا میسر نمی‌باشد کمال تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

- ابراهیمی، م.، صادقیان، ا.، ۱۳۷۵. بررسی شرایط فیزیکی و شیمیایی دریای عمان. مجله علمی شیلات ایران، سال پنجم، شماره ۳، پاییز ۱۳۷۵. صفحات ۱ تا ۱۸.
- ابراهیمی، م.، ۱۳۷۶. بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آبهای ساحلی استان هرمزگان (از منطقه دارسرخ تا باسعیدو). مؤسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. تهران. ۵۲ ص.
- ابراهیمی، م.؛ مرتضوی، م.؛ اجلالی، ک.؛ آقاجری، ن.؛ جوکار، ک.؛ اکبرزاده، غ.؛ سراجی، ف.؛ و آقاجری، ش.، ۱۳۸۴. بررسی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج فارس (آبهای محدوده استان هرمزگان). مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. تهران. ۱۱۹ ص.
- ابراهیمی، م.، محبی، ل.، اجلالی، ک. و سنجانی، س. ۱۳۸۷. بررسی تغییرات مکانی و زمانی شوری، چگالی و درجه حرارت آبهای خلیج فارس و تنگه هرمز (محدوده آبهای استان هرمزگان). مجله علمی شیلات ایران، سال هفدهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۷. صفحات ۱ تا ۱۴.
- اصغری، ث.، ۱۳۹۰. بررسی پراکنش و تنوع نرم تنان در سواحل ایرانی دریای عمان و مقایسه روند تغییرات آن ها در قبل و بعد از مانسون تابستانه. پایان نامه دانشجویی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندر عباس.
- سنجرانی، م.، فاطمی، م. ر.، وثوقی، غ.، ربانی، ه.، م.، ۱۳۸۵. شناسایی، فراوانی و تعیین تنوع ایکتیو پلانکتون های خلیج گواتر در دوره بین مانسونی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی. ۱۶۳ صفحه.
- سراجی، ف و نادری، ح.، ۱۳۷۴. بررسی تغذیه ای فانوس ماهیان. مجله علمی شیلات ایران، سال چهارم، شماره ۳، پاییز ۱۳۷۴، صفحات ۲۱ تا ۲۷.
- سراجی، ف و ب. دقوقی ۱۳۷۷. شکوفایی پلانکتونهای گیاهی در خلیج فارس. هفتمین کنفرانس زیست شناسی سراسری ایران. دانشگاه اصفهان. ۳۱ مرداد تا ۲ شهریور ۱۳۷۷. صفحه ۱۳۲
- چمنکار، م.، ج.، ۱۳۸۸. اهمیت اقتصادی خلیج فارس در ایران باستان. مجله پژوهشهای تاریخی سیستان و بلوچستان ص ۸۰ تا ۹۱.
- حقیقی، ح.، خدای، ش.، عطاران فریمان، گ.،، علاسوندی، ف.،، لعل شناس، م. و کریمی، م.، ۱۳۷۵. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج چابهار. مؤسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۱۰۶ ص
- زارعی، ا.، ۱۳۷۳. بررسی مقدماتی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج گواتر. مؤسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۱۰۱ صفحه.

- فلاحی کپورچالی، م.، فاطمی، م.ر.، وثوقی، غ.ح.، نیکویان، ع.ر. ۱۳۸۲. بررسی تنوع زیستی فیتوپلانکتونهای حوزه ایرانی خلیج فارس. پایان نامه دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی. ۱۷۷ صفحه.
- قدوسی، آ.، ۱۳۹۰. بررسی و اندازه گیری آلاینده های نفتی در خور آذینی. محیط زیست. دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس.
- کیمرام، ف.، ۱۳۷۹، پویایی شناسی و مدیریت جمعیت تون زرد باله *Thunnus albacares* دریای عمان. پایان نامه دکتری بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات.
- محبی، لیلی، ۱۳۷۳. بررسی پراکنش مواد آلی معلق و رنگدانه های فیتوپلانکتونی در آبهای ساحلی بندرعباس. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. تهران. ۵۲ص.
- مرتضوی، م.، ۱۳۸۱. بررسی و اندازه گیری آلاینده های نفتی در زیستگاههای آبزیان خلیج فارس. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران.
- مرتضوی، م.، ۱۳۹۰. بررسی اثرات زیست محیطی ناشی از توسعه مزارع پرورش میگو بر آبهای ساحلی جنوب کشور. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، ۲۱۸ص.
- مرتضوی، م.، خداپرست، ح.ا.، خدای، ش.، ۱۳۸۸. آلاینده ها و آلودگیهای زیست محیطی مناطق ساحلی کشور. سازمان بنادر و دریانوردی، تهران، ۲۲۳ص.
- معظمی، آ.، ۱۳۸۹. بررسی و اندازه گیری آلاینده های نفتی در خور تباب و ارایه راهکارهای مدیریتی جهت تقلیل اثرات. محیط زیست. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، بندرعباس.
- میر جلیلی، ولی الله: ۱۳۷۳. ارتباط کلروفیل a و Nutrients با تراکم پلانکتون در بهره گیری از منابع آبی در آبهای استان هرمزگان. (پایان نامه تحصیلی درجه فوق لیسانس). دانشگاه آزاد اسلامی تهران واحد شمال. ۱۸۳ص.
- نیکویان، ع.، ۱۳۷۶. بررسی تراکم، پراکنش، تنوع و تولید ثانویه بی مهرگان کفزی (ماکروبنروزها) در خلیج چابهار. رساله دکترای بیولوژی دریا - دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات، ۱۹۵ص
- نیکویان، ع.؛ ابراهیمی، م.؛ ایزد پناهی، غ. و نیل ساز، م.، ۱۳۸۴. بررسی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج فارس در محدوده آبهای خوزستان، بوشهر و هرمزگان. موسسه تحقیقات شیلات ایران. تهران. ۱۰۶ص.
- نقوی، ف.، ۱۳۹۰. بررسی و اندازه گیری آلاینده های نفتی در آبهای ساحلی جاسک. محیط زیست. دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس

- Abhijit, M., B, Kakoli and A, Gangopadhyay. 2006. Introduction to Marine phytoplankton. Narendra Publishing House. Pp .85-86
- Abdul Azis PK, Al-Tisan IA, Daili MA, Green TN, Dalvi AGI, Javeed MA. 2003. Chlorophyll and plankton of the Gulf coastal waters of Saudi Arabia bordering a desalination plant. *Desalination*, 154(3), 291-302.
- Al-Hashmi K.A.C., Al-Azri M.R., Adnan R.P. (2010) Seasonal Changes of Chlorophyll a and Environmental Characteristics in the Sea of Oman. *Open Oceanography Journal* 4:107-114.
- Al-Harbi, S. 2005. Phytoplankton composition of ROPME Sea Area. *Mar.Sci*, 16, 105-114.
- Al-Majed N., Mohammadi H., Al-Ghadban A. (2000) Regional report of the state of the marine environment Regional Organization for the Protection of the Marine Environment (ROPME).
- APHA(American Public Health Association). 2005. Standard method for examination of water and Wastewater. Washington USA:American Public health association publisher.18thedition
- Al-Azri AR, Piontkovski SA, Al-Hashmi KA, Goes JI, Gomes HR .2010. Chlorophyll a as a measure of seasonal coupling between phytoplankton and the monsoon periods in the Gulf of Oman. *Aquatic Ecology*, 44(2), 449-461.
- Al-Yamani F, Subba Rao D, Mharzi A, Ismail W, Al-Rifaie K .2006. Primary production off Kuwait, an arid zone environment, Arabian Gulf. *International Journal of Oceans and Oceanography*, 1(1).
- Angela I. Guzman-alvis & Juan M. Diaz.1996. Soft Bottom Macrobenthic Assemblages off Santa Marta, CaribbeanCoast of Colombia
- Attaran,F,G and C.J.Bloch.2007. Scrippsiella irregulari,a new of Iran.*Phycologia* 6(5):1-11.
- Balon,E.K., 1985. Early life histories of fishes new development ecological and evolutionary perspectives.
- Baron.J. & J.Clavier.1994. Structure and Seasonal Variation (SWPACIFIC OCEAN) a Sandy Beach Macrofauna on the South-West coast of New Caledonia
- Baumard, P., Budzinski, H., Garrigues, P., 1998a. PAHs in Arcachon Bay, France: Origin and biomonitoring with caged organisms. *Marine Pollution Bulletin* 36, 577-586.
- Baumard, P., Budzinski, H., Garrigues, P., Sorbe, J., Burgeot, T., Bellocq, J., 1998b. Concentrations of PAHs (polycyclic aromatic hydrocarbons) in various marine organisms in relation to those in sediments and to trophic level. *Marine Pollution Bulletin* 36, 951-960.
- Bidokhti A., Ezam M. (2009) The structure of the Persian Gulf outflow subjected to density variations. *Ocean Sci* 5:1-12.
- Beliaeff, B., O'Connor, T.P., Munsch, C., Raffin, B., Claisse, D., 2009. Comparison of polycyclic aromatic hydrocarbon levels in mussels and oysters in France and the United States. *Environmental Toxicology and Chemistry* 21, 1783-1787.
- Blackford J., Burkill P. (2002) Planktonic community structure and carbon cycling in the Arabian Sea as a result of monsoonal forcing: the application of a generic model. *Journal of marine systems* 36:239-267.
- Brink, K., Arnone, R., Coble, P., Flagg, C., Jones, B., Kindle, J.,et al. 1998. Monsoons boost biological productivity in Arabian Sea. *EOS, Transactions of the American Geophysical Union*, 79, 168-169.
- Brown E., Wright J.B., Colling A., Team O.U.O.C. (1995) *Seawater: its composition, properties and behaviour* Pergamon.
- Brown,J.,A. Colling, D.Park,J.Phillips.D. Rothery and S.Wright.,1989.*Ocean chemistry and Deep-Seasediment*.Pergamon Press,Oxford.
- Bu-Olayan, A., Thomas, B., 2001. Heavy Metal Accumulation in the Gastropod, *Cetithium Scabridum* L., from the Kuwait Coast. *Environmental monitoring and assessment* 68, 187-195.
- Budzinski, H., Jones, I., Bellocq, J., Pierard, C., Garrigues, P., 1997. Evaluation of sediment contamination by polycyclic aromatic hydrocarbons in the Gironde estuary. *Marine chemistry* 58, 85-97.

- Chandy J, P, Al-Tisan I, Munshi H, A, El- Reheim H, A .1991. Marine phytoplankton:
A study on seasonal abundance and distribution in Al-jubaili. Technical Report
:NO.SWCC.
- Currie R., Fisher A., Hargreaves P. (1973) Arabian Sea upwelling. The biology of the Indian Ocean 3:37-52.
- Davis C.C. (1955) The marine and fresh-water plankton Michigan State Univ Pr.
- Danulat E, Muniz P, Garc_a-Alonso J, Yannicelli B (2002) First assessment of the highly contaminated harbour of Montevideo, Uruguay. Mar Pollut Bull 44:551-576
- De Luca, G., Furesi, A., Leardi, R., Micera, G., Panzanelli, A., Costantina Piu, P., Sanna, G., 2004. Polycyclic aromatic hydrocarbons assessment in the sediments of the Porto Torres Harbor (Northern Sardinia, Italy). Marine chemistry 86, 15-32.
- De Luca, G., Furesi, A., Micera, G., Panzanelli, A., Piu, P.C., Pilo, M.I., Spano, N., Sanna, G., 2005. Nature, distribution and origin of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the sediments of Olbia harbor (Northern Sardinia, Italy). Marine Pollution Bulletin 50, 1223-1232.
- De Mora, S., Tolosa, I., Fowler, S.W., Villeneuve, J.P., Cassi, R., Cattini, C., 2011. Distribution of petroleum hydrocarbons and organochlorinated contaminants in marine biota and coastal sediments from the ROPME Sea Area during 2005. Marine Pollution Bulletin 60, 2323-2349.
- Dorgham M., Moftah A. (1989) Environmental conditions and phytoplankton distribution in the Arabian Gulf and Gulf of Oman, September 1986. Journal of the Marine Biological Association of India. Cochin 31:36-53.
- El-Gindy A., Dorgham M. (1992) Interrelations of phytoplankton, chlorophyll and physico-chemical factors in Arabian Gulf and Gulf of Oman during summer. Indian journal of marine sciences 21:257-261.
- El Samra, M., Emara, H., Shunbo, F., 1986. Dissolved petroleum hydrocarbon in the northwestern Arabian Gulf. Marine Pollution Bulletin 17, 65-68.
- EPA, 2009. National Recommended Water Quality Criteria
- FAO. (1981) Environmental conditions in the Gulf and Gulf of Oman and their Influence on the Propagation of Sound, Rome. pp. 62.
- Fazeli, N and R, Zare. 2011. Effect of seasonal monsoon on calanoid copepod in chabahr bay-Gulf of Oman. Jordan Journal of Biological Sciences. Vol29, N01. January 2011.
- Fernandes, M., Sicre, M.A., Boireau, A., Tronczynski, J., 1997. Polyaromatic hydrocarbon (PAH) distributions in the Seine River and its estuary. Marine Pollution Bulletin 34, 857-867.
- Findlater, J. 1969. A major low-level air current near the Indian Ocean during the northern summer. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society 95, 362-380.
- Grice, G. D. and V. R. Gibson .1978. Genra bioogia oceanograohic data from the Persian Gulf and Gulf of Oman. Technical report. department of biology.
- Gross M.G. (1977) Oceanography: a view of the earth.
- Habbashi , B. B. F. Najeeb and M. Faraj.1991. Distribution of Phytoplankton Cell Abundance of Chlorophyll with Certain Environmental Facors in the ROPME sea area .Scientific work shop on Results of the R/V Mt. Mitchell Cruise 24-28 ,Jan.1992. Kuwait (1992).
- Harris, R. P, wiebe., J, Lenz, H, R, skjoldal and M, Huntley.2000. Ices zooplankton methodology. Manual. Academic press.
- Hasle, G. and E. Syvertsen. 1997. Marine Diatome. In: Identifying Marine diatoms and dinoflagellates. Ed. Carmelo R. Tomas. Academic Press, Inc. Sandiego, California. PP.5-358.

- Holme, N.A. & A.D. McIntyre., 1984. Methods for the study of marine Benthos, IBPhandbook, No.16. second edition. Oxford. 387pp.
- Horner, R.A. 2002. A Taxonomic Guide to Some Common Marine Phytoplankton. Biopress, Bristol, England, UK, pp.1-195.
- Hotzel, G. and R. Croome. 1999. A phytoplankton Methods Manual for Australian fresh waters. L.WRDC occasional paper 22/99.
- Houde, E.D., Almatar, S., LEAK, J.C. and DOWN, C.E. 1986. Ichthyoplankton abundance and diversity in the Western ARABIAN GULF. Kuwait Bull. Mar. Sci. 8: 107-393.
- Holmes, J. and Weller, R. 2002. Design wind speeds for the Asia Pacific Region. Standards Australian international. 44pp.
- Jacob, P.G. & S.L. Al-Muzaini. 1995. Marine plants of the Arabian Gulf and effect of oil pollution. Mahasagar 28:83-101.
- Johns W., Yao F., Olson D., Josey S., Grist J., Smeed D. (2003) Observations of seasonal exchange through the Straits of Hormuz and the inferred heat and freshwater budgets of the Persian Gulf. Journal of geophysical research 108:3391.
- Kazmi, Q.B. 2004. Copepods from shore and offshore waters of Pakistan. Journal of Marine Science and Technology. Vol. 12, No. 4, pp. 223-238.
- Kim C, J, Kim H, G, Kim C, H, Oh H, M 2007. Life cycle of the ichthyotoxic dinoflagellate *Cochlodinium polykrikoides* in Korean coastal waters. *Harmful Algae* 6, 104-111.
- Karthikeyan, M.M. 2009. Macro Benthic Assemblage and Temporal Interaction at Palk Straits, southeast Coast of India. World journal of biology. 4 (2) : pp. 96-104
- Khalaf, F., Literathy, V., Anderlini, V., 1982. Vanadium as a tracer of oil pollution in the sediments of Kuwait. *Hydrobiologia* 91, 147-154.
- Leise, J.m. and Transky, T., 1989. The larvae of Indo- Pacific shore fishes. New South weles university press, Sydney Australia. 37p.
- Levin, L. A. Gage, G.D. Martin, C & P.A. Lamont. 2000. Macrobenthic community structure within and beneath the oxygen minimum zone, NW Arabian Sea. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography Volume 47, Issues 1-2, January 2000, Pages 189-226
- Lewis, W.M. Jr. 1974. Primary production in the plankton community of a tropical Lake. *Ecol. Mong.* 44, 377-409.
- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F. 1988. Statistical ecology, A primer methods & computing, John Wiley & sons pub. New York. 337pp
- Long, E.R., MacDonald, D.D., Smith, S.L., Calder, F.D., 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environmental Management* 19, 81-97.
- Loska, K., Cebula, J., Pelczar, J., Wiechuła, D., Kwapuliński, J., 1997. Use of enrichment, and contamination factors together with geoaccumulation indexes to evaluate the content of Cd, Cu, and Ni in the Rybnik water reservoir in Poland. *Water, Air, & Soil Pollution* 93, 347-365.
- Luo J., Ortner P.B., Forcucci D., Cummings S.R. (2000) Diel vertical migration of zooplankton and mesopelagic fish in the Arabian Sea. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography 47:1451-1473.
- Matsuyama M., Kitade Y., Senjyu T., Koike Y., Ishimaru T. (1998) Vertical structure of a current and density front in the Strait of Hormuz. *Offshore Environment of the ROPME Sea Area after the war-related oil spill*: 23-34.
- Magi, E., Bianco, R., Ianni, C., Di Carro, M., 2002. Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in the sediments of the Adriatic Sea. *Environmental Pollution* 119, 91-98.
- Manodori, L., Gambaro, A., Piazza, R., Ferrari, S., Stortini, A., Moret, I., Capodaglio, G., 2006. PCBs and PAHs in sea-surface microlayer and sub-surface water samples of the Venice Lagoon (Italy). *Marine Pollution Bulletin* 52, 184-192.

- Marchand, M., Monfort, J.P., Cortes-Rubio, A., 1981. Distribution of hydrocarbons in water and marine sediments after the Amoco Cadiz and Ixtoc-I oil spills.
- Mashiatullah, A., Chaudhary, M.Z., Ahmad, N., Javed, T., Ghaffar, A., 2012. Metal pollution and ecological risk assessment in marine sediments of Karachi Coast, Pakistan. *Environmental monitoring and assessment*, 1-11.
- Maskaoui, K., Zhou, J., Hong, H., Zhang, Z., 2002. Contamination by polycyclic aromatic hydrocarbons in the Jiulong River Estuary and Western Xiamen Sea, China. *Environmental Pollution* 118, 109-122.
- Mirza, R., Mohammadi, M., Dadolahi Sohrab, A., Safahieh, A., Savari, A., Hajeb, P., 2012. Polycyclic aromatic hydrocarbons in seawater, sediment, and rock oyster *Saccostrea cucullata* from the northern part of the Persian Gulf (Bushehr province). *Water, Air, & Soil Pollution* 223, 189-198.
- Mohammad Ahmad, S. 1990. Abundance and diversity of the fish larvae in Khor Al-Zubair, Iraq. Thesis to university of Basra, 18p.
- MOOPAM, 1999. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods ROPME-publishing.
- Nellen, W. 1965. Kind and abundance of fish larvae in Arabian sea and the Persian Gulf, *The Biology of the Indian Ocean*. 415-430p.
- Omori, M. and Kikuchi, T. 1984. *The methods in marine zooplankton ecology*. John Wiley & Sons. 1-89 p.
- Nybakken, J.W., 1997. *Marine biology an ecological approach*, Menlo Park, California reading, Massachusetts, New York, Marlow, England, Don Mills, Ontario, Sydney, Mexico City, Madrid, Amsterdam. Fourth edition. pp. 445
- Notar, M., Leskovšek, H., Faganeli, J., 2001. Composition, distribution and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments of the Gulf of Trieste, Northern Adriatic Sea. *Marine Pollution Bulletin* 42, 36-44.
- Parson, T., R. Maita, Y. & Lalli, C., M 1984. *A manual of Chemical and Biological Methods for seawater Analysis*, Pergamon, Press.
- Pous S., Carton X., Lazare P. (2004) Hydrology and circulation in the Strait of Hormuz and the Gulf of Oman—Results from the GOGP99 Experiment: 1. Strait of Hormuz. *Journal of Geophysical Research* 109:C12037.
- Pavoni, B., Mecozzi, M., Berto, D., Ausili, A., Romano, E., Amici, M., Zharova, N., Amato, E., 2003. Environmental pollutants and organic carbon content in sediments from an area of the Moroccan Mediterranean coast. *Toxicological and Environmental Chemistry* 84, 53-67.
- Prabhakar, G., K. Saleshrani and R. Enbarasan. 2011. Studies on the ecology and distribution of phytoplankton biomass in Kadalur coastal zone Tamil nadu, India. *Current Botany journal* 2(3):26-30.
- Raoux, C., Boyona, J.M., Miquel, J.C., Teyssie, J.L., Fowler, S.W., Albaiges, J., 1999. Particulate fluxes of aliphatic and aromatic hydrocarbons in near-shore waters to the Northwestern Mediterranean Sea, and the effect of continental runoff. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 48, 605-616.
- Readman, J., Fillmann, G., Tolosa, I., Bartocci, J., Villeneuve, J.P., Catinni, C., Mee, L., 2002. Petroleum and PAH contamination of the Black Sea. *Marine Pollution Bulletin* 44, 48-62.
- Reimann, C., Caritat, P., 1998. *Chemical elements in the environment: factsheets for the geochemist and environmental scientist*. Springer-Verlag.
- Reynolds M. (1993) Physical oceanography of the Gulf, Strait of Hormuz, and the Gulf of Oman—Results from the Mt Mitchell expedition. *Marine Pollution Bulletin* 27:35-59.
- Riley J.P., Skirrow G., Chester R. (1975) *Chemical oceanography* Academic Press.
- ROPME. (2004) State of the Marine Environment Report 2003. Regional Organization for the Protection of the Marine Environment, Kuwait. pp. 217.
- Samra E., M.I. (1990) Vertical Distribution And Inter-Relations Of Oxygen And Nutrients In The Arabian Gulf And The Gulf Of Oman In Summer.
- Sadiq, M., 1992. *Toxic Metal Chemistry in Marine Environments* Marcel Dekker Inc. New York.
- Sawant S, Madhpratap M. 1996. Seasonality and composition of phytoplankton in the Arabian Sea. *CURRENT SCIENCE*, 71, 869-873.

- Senjyu T., Ishimaru T., Matsuyama M., Koike Y. (1998) High salinity lens from the Strait of Hormuz. Offshore Environments of the ROPME after the War related Oil-Spill:35–48.
- Sheppard C., Price A., Roberts C. (1992) Marine ecology of the Arabian region: patterns and processes in extreme tropical environments Academic Pr.
- Smith, G.B.and Richardson, S.L. 1977.Standard technique for pelagic fish egg and Larvae Survey.FAO. Rom. 100p.
- Sokoll ,S. Holtappels M, Lam P, Collins G, Schlüter M, Lavik G, Kuypers MM.2012. Benthic nitrogen loss in the arabian sea off pakistan. Biogeochemistry Department, Max Planck Institute for Marine Microbiology Bremen, Germany.
- Soclo, H., Garrigues, P., Ewald, M., 2000. Origin of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in coastal marine sediments: case studies in Cotonou (Benin) and Aquitaine (France) areas. Marine Pollution Bulletin 40, 387-396.
- Sourina, A. 1978.Phytoplankton manual. United Nations educational scientific and culture organization. Publisher Paris: Unisco.337pp.
- Subba-Rao,D.V and F.Al-yamani.1998.Phytoplankton ecology in the waters between shat Al-Arab and straits of Hormuz,Arabian Gulf:Areview.Plankton biology & ecology.45(2) 101-116.
- Swift S.A., Bower A.S. (2003) Formation and circulation of dense water in the Persian/Arabian Gulf. J. Geophys. Res 108:3004.
- Tolosa, I., De Mora, S.J., Fowler, S.W., Villeneuve, J.P., Bartocci, J., Cattini, C., 2005. Aliphatic and aromatic hydrocarbons in marine biota and coastal sediments from the Gulf and the Gulf of Oman. Marine Pollution Bulletin 50, 1619-1633.
- United Nations Environment Program.,1999.Overview on Land-based Sources and Activites Affecting themarine Environmen in the ROPME Sea Area. UNEP Regional Seas Report and Studies. No.168-127PP.
- Valavanidis, A., Vlachogianni, T., Triantafillaki, S., Dassenakis, M., Androutsos, F., Scoullou, M., 2008. Polycyclic aromatic hydrocarbons in surface seawater and in indigenous mussels (< i> Mytilus galloprovincialis</i>) from coastal areas of the Saronikos Gulf (Greece). Estuarine, Coastal and Shelf Science 79, 733-739.
- VODAMA I.K.I.F.U., DUELA J. (1989) STUDY ON OXYGEN AND PHOSPHATE IN THE WATERS OF THE SOUTHERN ARABIAN GULF AND THE GULF OF OMAN. Acta adriatica 31:57.
- W. Aicken S.S.N.S. (1999) IMPROVED MONITORING OF OCEANOGRAPHIC FEATURES IN THE GULF OF OMAN THROUGH COMBINED USE OF SATELLITE THERMAL INFRA-RED, OCEAN COLOUR& RADAR ALTIMETER OBSERVATIONS. GU14 6TD, UK.
- Wang, X.C., Sun, S., Ma, H.Q., Liu, Y., 2006. Sources and distribution of aliphatic and polyaromatic hydrocarbons in sediments of Jiaozhou Bay, Qingdao, China. Marine Pollution Bulletin 52, 129-138.
- Wang, X.C., Zhang, Y.X., Chen, R.F., 2001. Distribution and partitioning of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in different size fractions in sediments from Boston Harbor, United States. Marine Pollution Bulletin 42, 1139-1149.
- Wendy, N., 1999. Phytoplankton cell count protocol
- Wells, M.L., Price, N.M., Bruland, K.W., 1995. Iron chemistry in seawater and its relationship to phytoplankton: a workshop report. Marine chemistry 48, 157-182.
- Witt, G., 1995. Polycyclic aromatic hydrocarbons in water and sediment of the Baltic Sea. Marine Pollution Bulletin 31, 237-248.
- Wiggert J., Murtugudde R., McClain C. (2002) Processes controlling interannual variations in wintertime (Northeast Monsoon) primary productivity in the central Arabian Sea. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography 49:2319-2343.
- Wu, Y., Zhang, J., Zhu, Z., 2003. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the sediments of the Yalujiang Estuary, North China. Marine Pollution Bulletin 46, 619-625.
- Young, D.K., & Kindle, J. C. 1994. Physical processes affecting availability of dissolved Silicate for diatom producton in the Arabian Sea. Journal of Geophysical Research, 99, 22619-22632

ضمائم

جدول ضمیمه ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری

تراستکت	ایستگاه	طول شرقی		عرض شمالی	
		درجه	دقیقه	درجه	دقیقه
۱	۱	۰۵۶°	۳۰/۰'	۲۶°	۵۹/۵'
	۲	۰۵۶°	۳۰/۰'	۲۶°	۵۱/۰'
	۳	۰۵۶°	۳۰/۰'	۲۶°	۴۷/۰'
	۴	۰۵۶°	۳۰/۰'	۲۶°	۴۳/۰'
۲	۵	۰۵۷°	۰۰/۰'	۲۶°	۳۰/۰'
	۶	۰۵۷°	۰۰/۰'	۲۶°	۱۵/۰'
	۷	۰۵۷°	۰۰/۰'	۲۶°	۰۰/۰'
	۸	۰۵۷°	۰۰/۰'	۲۵°	۳۰/۰'
۳	۹	۰۵۷°	۳۰/۰'	۲۵°	۴۲/۵'
	۱۰	۰۵۷°	۳۰/۰'	۲۵°	۳۳/۰'
	۱۱	۰۵۷°	۳۰/۰'	۲۵°	۱۸/۰'
	۱۲	۰۵۷°	۳۰/۰'	۲۵°	۴۲/۰'
۴	۱۳	۰۵۸°	۰۰/۰'	۲۵°	۳۶/۹'
	۱۴	۰۵۸°	۰۰/۰'	۲۵°	۳۳/۰'
	۱۵	۰۵۸°	۰۰/۰'	۲۵°	۱۸/۰'
	۱۶	۰۵۸°	۰۰/۰'	۲۵°	۰۰/۰'
۵	۱۷	۰۵۸°	۳۰/۰'	۲۵°	۳۳/۰'
	۱۸	۰۵۸°	۳۰/۰'	۲۵°	۲۱/۰'
	۱۹	۰۵۸°	۳۰/۰'	۲۵°	۰۵/۰'
	۲۰	۰۵۸°	۳۰/۰'	۲۴°	۴۵/۰'
۶	۲۱	۰۵۹°	۰۰/۰'	۲۵°	۲۱/۲'
	۲۲	۰۵۹°	۰۰/۰'	۲۵°	۱۷/۷'
	۲۳	۰۵۹°	۰۰/۰'	۲۵°	۰۲/۰'
	۲۴	۰۵۹°	۰۰/۰'	۲۴°	۴۴/۰'
۷	۲۵	۰۵۹°	۳۰/۰'	۲۵°	۲۱/۵'
	۲۶	۰۵۹°	۳۰/۰'	۲۵°	۱۵/۰'
	۲۷	۰۵۹°	۳۰/۰'	۲۵°	۰۰/۰'
	۲۸	۰۵۹°	۰۰/۰'	۲۴°	۴۵/۰'
۸	۲۹	۰۶۰°	۰۰/۰'	۲۵°	۲۱/۴'
	۳۰	۰۶۰°	۰۰/۰'	۲۵°	۰۵/۰'
	۳۱	۰۶۰°	۰۰/۰'	۲۴°	۵۰/۰'
	۳۲	۰۶۰°	۰۰/۰'	۲۴°	۴۰/۰'
۹	۳۳	۰۶۰°	۳۰/۰'	۲۵°	۱۶/۴۶'
	۳۴	۰۶۰°	۳۰/۰'	۲۵°	۰۶/۸'
	۳۵	۰۶۰°	۳۰/۰'	۲۴°	۵۰/۰'
	۳۶	۰۶۰°	۳۰/۰'	۲۴°	۴۰/۰'
۱۰	۳۷	۰۶۱°	۰۰/۰'	۲۵°	۱۰/۸'
	۳۸	۰۶۱°	۰۰/۰'	۲۵°	۰۴/۰'
	۳۹	۰۶۱°	۰۰/۰'	۲۴°	۴۵/۰'
	۴۰	۰۶۱°	۰۰/۰'	۲۴°	۴۰/۰'

جدول ضمیمه ۲: نتایج همبستگی پارامترها در لایه‌های سطحی مناطق مورد نظر (طی سالهای ۸۶ و ۸۸)

عوامل مورد بررسی	درجه حرارت	هدایت الکتریکی	شوری	جگالی	اکسیژن محلول	pH	کلروفیل a	کدورت
بهار ۸۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
درجه حرارت	۰/۹۹ (±)	۰/۴۹ (±)	۰/۳۸ (±)	۰/۹۷ (±)	۰/۴۶ (±)	۰/۱۱ (±)	۰/۰۶ (±)	۰/۳۷ (±)
هدایت الکتریکی	۰/۹۹ (±)	۱	۰/۴۹ (±)	۰/۹۷ (±)	۰/۴۶ (±)	۰/۱۱ (±)	۰/۰۶ (±)	۰/۳۷ (±)
شوری	۰/۳۸ (±)	۰/۴۹ (±)	۱	۰/۹۷ (±)	۰/۴۶ (±)	۰/۱۱ (±)	۰/۰۶ (±)	۰/۳۷ (±)
جگالی	۰/۹۷ (±)	۰/۹۷ (±)	۰/۹۷ (±)	۱	۰/۴۶ (±)	۰/۱۱ (±)	۰/۰۶ (±)	۰/۳۷ (±)
اکسیژن محلول	۰/۴۶ (±)	۰/۴۶ (±)	۰/۴۶ (±)	۰/۴۶ (±)	۱	۰/۱۱ (±)	۰/۰۶ (±)	۰/۳۷ (±)
pH	۰/۱۱ (±)	۰/۱۱ (±)	۰/۱۱ (±)	۰/۱۱ (±)	۰/۱۱ (±)	۱	۰/۰۶ (±)	۰/۳۷ (±)
کلروفیل a	۰/۰۶ (±)	۰/۰۶ (±)	۰/۰۶ (±)	۰/۰۶ (±)	۰/۰۶ (±)	۰/۰۶ (±)	۱	۰/۳۷ (±)
کدورت	۰/۳۷ (±)	۰/۳۷ (±)	۰/۳۷ (±)	۰/۳۷ (±)	۰/۳۷ (±)	۰/۳۷ (±)	۰/۳۷ (±)	۱
بایز ۸۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
درجه حرارت	۰/۹۸ (±)	۰/۸۴ (±)	۰/۷۱ (±)	۰/۷۱ (±)	۰/۱۸ (±)	۰/۱۹ (±)	۰/۴۲ (±)	۰/۲۹ (±)
هدایت الکتریکی	۰/۹۸ (±)	۱	۰/۸۴ (±)	۰/۷۱ (±)	۰/۱۸ (±)	۰/۱۹ (±)	۰/۴۲ (±)	۰/۲۹ (±)
شوری	۰/۷۱ (±)	۰/۸۴ (±)	۱	۰/۷۱ (±)	۰/۱۸ (±)	۰/۱۹ (±)	۰/۴۲ (±)	۰/۲۹ (±)
جگالی	۰/۷۱ (±)	۰/۷۱ (±)	۰/۷۱ (±)	۱	۰/۱۸ (±)	۰/۱۹ (±)	۰/۴۲ (±)	۰/۲۹ (±)
اکسیژن محلول	۰/۱۸ (±)	۰/۱۸ (±)	۰/۱۸ (±)	۰/۱۸ (±)	۱	۰/۱۹ (±)	۰/۴۲ (±)	۰/۲۹ (±)
pH	۰/۱۹ (±)	۰/۱۹ (±)	۰/۱۹ (±)	۰/۱۹ (±)	۰/۱۹ (±)	۱	۰/۴۲ (±)	۰/۲۹ (±)
کلروفیل a	۰/۴۲ (±)	۰/۴۲ (±)	۰/۴۲ (±)	۰/۴۲ (±)	۰/۴۲ (±)	۰/۴۲ (±)	۱	۰/۲۹ (±)
کدورت	۰/۲۹ (±)	۰/۲۹ (±)	۰/۲۹ (±)	۰/۲۹ (±)	۰/۲۹ (±)	۰/۲۹ (±)	۰/۴۲ (±)	۱
بهار ۸۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
درجه حرارت	۰/۹۹ (±)	۰/۴۴ (±)	۰/۳۴ (±)	۰/۹۷ (±)	۰/۲۵ (±)	۰/۰۳ (±)	۰/۴۸ (±)	۰/۴۲ (±)
هدایت الکتریکی	۰/۹۹ (±)	۱	۰/۴۴ (±)	۰/۹۷ (±)	۰/۲۵ (±)	۰/۰۳ (±)	۰/۴۸ (±)	۰/۴۲ (±)
شوری	۰/۳۴ (±)	۰/۴۴ (±)	۱	۰/۹۷ (±)	۰/۲۵ (±)	۰/۰۳ (±)	۰/۴۸ (±)	۰/۴۲ (±)
جگالی	۰/۹۷ (±)	۰/۹۷ (±)	۰/۹۷ (±)	۱	۰/۲۵ (±)	۰/۰۳ (±)	۰/۴۸ (±)	۰/۴۲ (±)
اکسیژن محلول	۰/۲۵ (±)	۰/۲۵ (±)	۰/۲۵ (±)	۰/۲۵ (±)	۱	۰/۰۳ (±)	۰/۴۸ (±)	۰/۴۲ (±)
pH	۰/۰۳ (±)	۰/۰۳ (±)	۰/۰۳ (±)	۰/۰۳ (±)	۰/۰۳ (±)	۱	۰/۴۸ (±)	۰/۴۲ (±)
کلروفیل a	۰/۴۸ (±)	۰/۴۸ (±)	۰/۴۸ (±)	۰/۴۸ (±)	۰/۴۸ (±)	۰/۴۸ (±)	۱	۰/۴۲ (±)
کدورت	۰/۴۲ (±)	۰/۴۲ (±)	۰/۴۲ (±)	۰/۴۲ (±)	۰/۴۲ (±)	۰/۴۲ (±)	۰/۴۸ (±)	۱
بایز ۸۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
درجه حرارت	۰/۹۴ (±)	۰/۵۵ (±)	۰/۲۴ (±)	۰/۷۱ (±)	۰/۴۵ (±)	۰/۲۹ (±)	۰/۷۲ (±)	۰/۳۵ (±)
هدایت الکتریکی	۰/۹۴ (±)	۱	۰/۲۴ (±)	۰/۷۱ (±)	۰/۴۵ (±)	۰/۲۹ (±)	۰/۷۲ (±)	۰/۳۵ (±)
شوری	۰/۲۴ (±)	۰/۵۵ (±)	۱	۰/۷۱ (±)	۰/۴۵ (±)	۰/۲۹ (±)	۰/۷۲ (±)	۰/۳۵ (±)
جگالی	۰/۷۱ (±)	۰/۷۱ (±)	۰/۷۱ (±)	۱	۰/۴۵ (±)	۰/۲۹ (±)	۰/۷۲ (±)	۰/۳۵ (±)
اکسیژن محلول	۰/۴۵ (±)	۰/۴۵ (±)	۰/۴۵ (±)	۰/۴۵ (±)	۱	۰/۲۹ (±)	۰/۷۲ (±)	۰/۳۵ (±)
pH	۰/۲۹ (±)	۰/۲۹ (±)	۰/۲۹ (±)	۰/۲۹ (±)	۰/۲۹ (±)	۱	۰/۷۲ (±)	۰/۳۵ (±)
کلروفیل a	۰/۷۲ (±)	۰/۷۲ (±)	۰/۷۲ (±)	۰/۷۲ (±)	۰/۷۲ (±)	۰/۷۲ (±)	۱	۰/۳۵ (±)
کدورت	۰/۳۵ (±)	۰/۳۵ (±)	۰/۳۵ (±)	۰/۳۵ (±)	۰/۳۵ (±)	۰/۳۵ (±)	۰/۷۲ (±)	۱

(±) Correlation is significant at the 0.01 level

(*) Correlation is significant at the 0.05 level

جدول ضمیمه ۳: نتایج آنالیز واریانس یک سویه جهت مقایسه پارامترها در ترانسکت‌های مورد نظر در طی

فصول نمونه‌برداری	شماره ترانسکت	درجه حرارت	هدایت الکتریکی	شوری	جگلی	اکسیژن محلول	pH	کلروفیل a	کدورت
بهار ۸۶	۱	bc	bc	e	de	abc	d	ab	c
	۲	cde	cd	e	bc	abc	c	ab	ab
	۳	bcde	bc	b	bc	d	a	ab	bc
	۴	de	cd	acd	bc	abcd	abc	a	a
	۵	ef	d	d	b	cd	abc	b	bc
	۶	bcde	bc	a	bc	ab	bc	ab	bc
	۷	f	d	bc	a	bcd	a	ab	b
	۸	b	bc	ab	cd	bd	ab	c	bc
	۹	a	a	a	e	e	d	c	d
	۱۰	bcde	bc	a	bc	cd	a	ab	ab
پاییز ۸۶	۱	g	g	h	cd	a	bcd	cd	a
	۲	h	h	g	a	b	e	a	abc
	۳	f	f	f	b	b	a	b	bc
	۴	e	e	e	cd	g	d	cde	abc
	۵	cd	cd	d	d	fg	d	e	abc
	۶	a	a	c	e	cde	b	cde	c
	۷	b	b	b	bc	efg	cd	c	abc
	۸	d	d	c	b	def	bcd	de	ab
	۹	bc	bc	b	b	cd	bc	f	bc
	۱۰	a	a	a	bc	c	bcd	c	bc
بهار ۸۸	۱	bc	c	g	b	a	g	d	d
	۲	bc	bc	d	b	d	g	c	d
	۳	d	d	f	ab	d	f	ab	a
	۴	c	c	e	b	d	e	a	ab
	۵	abc	ab	d	b	e	de	c	bc
	۶	abc	a	a	b	e	d	ab	abc
	۷	a	a	bc	b	e	c	d	abc
	۸	a	a	ab	b	b	b	bc	bc
	۹	a	a	c	b	c	b	a	c
	۱۰	ab	a	a	b	b	a	ab	abc
پاییز ۸۸	۱	e	f	f	g	e	de	a	cd
	۲	g	g	e	cd	cd	cd	a	bc
	۳	h	g	d	a	a	cd	de	ab
	۴	bc	c	c	e	d	b	ab	e
	۵	b	b	a	de	e	b	c	d
	۶	a	a	b	f	d	a	e	ab
	۷	de	d	bc	cd	b	c	cd	a
	۸	cd	cd	b	cd	a	cd	f	a
	۹	ef	e	bc	bc	cd	f	bc	a
	۱۰	f	e	bc	b	c	ef	bc	a

حروف نامشابه بیانگر اختلاف معنی دار آماری بین ترانسکت‌ها با $p < 0.05$ می‌باشد

جدول ضمیمه ۴: نتایج آنالیز آماری (T_Test) جهت مقایسه تغییرات پارامترها در لایه‌های سطحی

نیمه غربی و نیمه شرقی دریای عمان طی سالهای ۸۶ و ۸۸

عوامل مورد بررسی	بهار ۸۶	پاییز ۸۶	بهار ۸۸	پاییز ۸۸
درجه حرارت	NS	S	S	S
هدایت الکتریکی	S	S	S	S
شوری	S	S	S	S
چگالی	S	NS	S	S
اکسیژن محلول	S	S	NS	S
pH	S	NS	S	S
کلروفیل a	S	S	S	S
کدورت	NS	S	S	S

S: اختلاف از نظر آماری معنی دار است ($p < 0.05$)

NS: اختلاف از نظر آماری معنی دار نیست ($p > 0.05$)

جدول ضمیمه ۵: نتایج همبستگی بین پارامترها با عمق آب و با یکدیگر در لایه‌های عمقی مناطق مورد نظر

عوامل	عمق	درجه حرارت	هدایت الکتریکی	شوری	چگالی	اکسیژن محلول	pH	کلروفیل a	کدورت
عمق	۱								
درجه حرارت	-۰/۹۸(♣)	۱							
هدایت الکتریکی	-۰/۹۷(♣)	+۰/۹۹(♣)	۱						
شوری	-۰/۷۷(♣)	+۰/۷۲(♣)	+۰/۷۵(♣)	۱					
چگالی	+۰/۹۸(♣)	-۰/۹۹(♣)	-۰/۹۸(♣)	-۰/۶۴(♣)	۱				
اکسیژن محلول	-۰/۵۵(♣)	+۰/۷۲(♣)	+۰/۷۲(♣)	+۰/۵۲(♣)	-۰/۶۵(♣)	۱			
pH	-۰/۷۶(♣)	+۰/۸۶(♣)	+۰/۸۸(♣)	+۰/۷۲(♣)	-۰/۸۲(♣)	+۰/۹۶(♣)	۱		
کلروفیل a	-۰/۴۵(♣)	+۰/۵۹(♣)	+۰/۶۱(♣)	+۰/۴۵(♣)	-۰/۵۴(♣)	+۰/۹۴(♣)	+۰/۸۸(♣)	۱	
کدورت	-۰/۷۶(♣)	+۰/۸۲(♣)	+۰/۸۲(♣)	+۰/۵۲(♣)	-۰/۸۲(♣)	+۰/۷۸(♣)	+۰/۸۵(♣)	+۰/۷۲(♣)	۱

(♣) Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

جدول ضمیمه ۶: میانگین غلظت مواد مغذی در لایه های عمقی مختلف ترانسکت‌های مورد نظر (بهار ۱۳۸۶)

شماره ترانسکت	عمق (متر)	نیتريت ($\mu\text{g/l}$)	نیترات ($\mu\text{g/l}$)	سیلیکات ($\mu\text{g/l}$)	فسفات ($\mu\text{g/l}$)
۱	۱	0.23 ± 0.06	1.60 ± 0.49	0.93 ± 0.21	0.19 ± 0.06
	۲۵	0.22 ± 0.02	1.70 ± 0.30	0.95 ± 0.11	0.19 ± 0.04
	۵۰	0.29 ± 0.11	3.07 ± 0.42	1.66 ± 0.16	0.25 ± 0.06
۲	۱	0.19 ± 0.08	1.00 ± 0.19	0.62 ± 0.24	0.11 ± 0.03
	۲۵	0.22 ± 0.01	2.18 ± 0.68	1.37 ± 0.10	0.24 ± 0.13
	۵۰	0.17 ± 0.00	3.24 ± 0.21	1.71 ± 0.23	0.29 ± 0.01
	۱۰۰	0.11 ± 0.04	4.38 ± 0.30	2.76 ± 0.41	0.40 ± 0.02
۳	۱	0.24 ± 0.02	1.80 ± 0.58	1.14 ± 0.13	0.23 ± 0.04
	۲۵	0.26 ± 0.03	2.05 ± 0.48	1.25 ± 0.17	0.24 ± 0.02
	۵۰	0.22 ± 0.02	3.95 ± 0.47	1.96 ± 0.13	0.33 ± 0.05
	۱۰۰	0.17 ± 0.07	4.95 ± 0.45	3.35 ± 0.33	0.50 ± 0.11
۴	۱	0.18 ± 0.08	1.04 ± 0.16	0.60 ± 0.27	0.12 ± 0.03
	۲۵	0.24 ± 0.03	2.30 ± 0.52	1.41 ± 0.31	0.25 ± 0.13
	۵۰	0.18 ± 0.01	3.78 ± 1.01	1.48 ± 0.28	0.31 ± 0.04
	۱۰۰	0.09 ± 0.04	5.27 ± 0.66	2.96 ± 0.39	0.46 ± 0.09
۵	۱	0.24 ± 0.01	2.01 ± 0.68	1.13 ± 0.27	0.24 ± 0.05
	۲۵	0.27 ± 0.05	2.44 ± 0.55	1.38 ± 0.35	0.31 ± 0.04
	۵۰	0.20 ± 0.10	4.08 ± 0.94	1.90 ± 0.27	0.35 ± 0.09
	۱۰۰	0.16 ± 0.07	5.21 ± 0.47	3.61 ± 0.54	0.49 ± 0.06
۶	۱	0.20 ± 0.05	1.61 ± 0.62	0.93 ± 0.11	0.20 ± 0.05
	۲۵	0.26 ± 0.04	2.34 ± 1.07	1.41 ± 0.52	0.28 ± 0.06
	۵۰	0.20 ± 0.02	3.88 ± 0.56	1.66 ± 0.19	0.34 ± 0.03
	۱۰۰	0.17 ± 0.08	5.17 ± 1.19	2.85 ± 0.96	0.44 ± 0.10
۷	۱	0.25 ± 0.02	1.73 ± 0.45	1.27 ± 0.19	0.26 ± 0.05
	۲۵	0.24 ± 0.04	1.70 ± 0.22	1.17 ± 0.21	0.24 ± 0.03
	۵۰	0.20 ± 0.04	3.33 ± 0.48	2.09 ± 0.21	0.34 ± 0.07
	۱۰۰	0.15 ± 0.03	5.21 ± 0.13	3.72 ± 0.23	0.54 ± 0.10
۸	۱	0.30 ± 0.06	2.29 ± 0.66	1.46 ± 0.20	0.34 ± 0.06
	۲۵	0.27 ± 0.04	2.14 ± 0.32	1.29 ± 0.29	0.25 ± 0.09
	۵۰	0.26 ± 0.08	4.31 ± 0.51	2.07 ± 0.18	0.31 ± 0.07
	۱۰۰	0.17 ± 0.02	5.39 ± 0.30	3.50 ± 0.54	0.56 ± 0.07
۹	۱	0.32 ± 0.01	2.56 ± 0.06	1.82 ± 0.01	0.36 ± 0.05
	۲۵	0.28 ± 0.00	3.34 ± 0.60	1.82 ± 0.49	0.37 ± 0.02
	۵۰	0.28 ± 0.04	4.19 ± 0.48	2.51 ± 0.21	0.38 ± 0.07
	۱۰۰	0.17 ± 0.03	5.78 ± 0.13	3.73 ± 0.23	0.60 ± 0.10
۱۰	۱	0.27 ± 0.04	2.40 ± 0.55	1.68 ± 0.19	0.30 ± 0.05
	۲۵	0.26 ± 0.04	3.00 ± 0.27	1.68 ± 0.25	0.34 ± 0.06
	۵۰	0.26 ± 0.06	3.81 ± 0.49	2.28 ± 0.19	0.34 ± 0.07
	۱۰۰	0.16 ± 0.03	5.51 ± 0.21	3.55 ± 0.38	0.57 ± 0.08

جدول ضمیمه ۷: میانگین غلظت مواد مغذی در لایه های عمقی مختلف ترانسکت های مورد نظر

شماره ترانسکت	عمق (متر)	نیتريت ($\mu\text{g/l}$)	نیترات ($\mu\text{g/l}$)	سیلیکات ($\mu\text{g/l}$)	فسفات ($\mu\text{g/l}$)
۱	۱	۰/۲۵ ± ۰/۱۲	۱/۳۷ ± ۰/۲۸	۰/۹۰ ± ۰/۲۲	۰/۱۸ ± ۰/۰۲
	۲۵	۰/۳۴ ± ۰/۰۷	۲/۱۴ ± ۰/۲۹	۱/۱۶ ± ۰/۰۹	۰/۲۰ ± ۰/۰۳
	۵۰	۰/۳۵ ± ۰/۰۵	۳/۳۱ ± ۰/۵۱	۱/۶۰ ± ۰/۰۹	۰/۳۰ ± ۰/۰۴
۲	۱	۰/۳۴ ± ۰/۰۶	۲/۱۳ ± ۰/۲۷	۱/۲۳ ± ۰/۰۹	۰/۲۸ ± ۰/۰۴
	۲۵	۰/۲۷ ± ۰/۰۰	۲/۵۳ ± ۱/۰۹	۱/۷۴ ± ۰/۰۷	۰/۳۱ ± ۰/۰۸
	۵۰	۰/۲۰ ± ۰/۰۱	۳/۷۹ ± ۰/۱۸	۲/۰۷ ± ۰/۴۴	۰/۳۶ ± ۰/۰۲
	۱۰۰	۰/۱۸ ± ۰/۰۹	۵/۲۴ ± ۰/۴۲	۳/۸۱ ± ۰/۲۰	۰/۴۷ ± ۰/۰۳
۳	۱	۰/۲۷ ± ۰/۰۷	۲/۴۸ ± ۰/۱۵	۱/۲۶ ± ۰/۰۶	۰/۳۴ ± ۰/۰۶
	۲۵	۰/۲۷ ± ۰/۰۴	۲/۹۴ ± ۰/۵۱	۱/۷۱ ± ۰/۲۵	۰/۳۴ ± ۰/۰۲
	۵۰	۰/۲۶ ± ۰/۰۹	۳/۷۴ ± ۰/۵۰	۱/۸۴ ± ۰/۸۸	۰/۳۸ ± ۰/۰۸
	۱۰۰	۰/۱۵۱ ± ۰/۰۸	۵/۰۳ ± ۰/۹۴	۲/۷۵ ± ۰/۱۹	۰/۵۱ ± ۰/۰۳
۴	۱	۰/۲۶ ± ۰/۱۳	۱/۵۶ ± ۰/۲۴	۱/۰۰ ± ۰/۲۲	۰/۲۲ ± ۰/۰۳
	۲۵	۰/۲۸ ± ۰/۰۴	۲/۶۵ ± ۰/۵۹	۱/۵۱ ± ۰/۲۱	۰/۲۴ ± ۰/۰۵
	۵۰	۰/۲۰ ± ۰/۰۱	۴/۳۴ ± ۱/۱۵	۱/۷۰ ± ۰/۳۳	۰/۳۵ ± ۰/۰۴
	۱۰۰	۰/۱۰ ± ۰/۰۴	۶/۰۶ ± ۰/۷۵	۳/۴۰ ± ۰/۴۵	۰/۵۳ ± ۰/۱۰
۵	۱	۰/۳۰ ± ۰/۰۷	۲/۶۷ ± ۰/۶۵	۱/۳۸ ± ۰/۱۷	۰/۳۰ ± ۰/۰۷
	۲۵	۰/۳۰ ± ۰/۰۴	۳/۰۳ ± ۰/۶۶	۱/۹۵ ± ۰/۰۷	۰/۳۵ ± ۰/۰۴
	۵۰	۰/۲۳ ± ۰/۰۳	۴/۴۶ ± ۰/۶۵	۱/۹۱ ± ۰/۲۲	۰/۳۹ ± ۰/۰۳
	۱۰۰	۰/۲۰ ± ۰/۰۹	۵/۹۴ ± ۰/۲۶	۳/۸۳ ± ۰/۲۲	۰/۵۴ ± ۰/۰۹
۶	۱	۰/۳۹ ± ۰/۰۵	۳/۱۹ ± ۰/۴۹	۲/۱۳ ± ۰/۲۹	۰/۴۴ ± ۰/۰۳
	۲۵	۰/۲۹ ± ۰/۰۳	۲/۴۸ ± ۰/۳۰	۱/۵۳ ± ۰/۳۶	۰/۳۷ ± ۰/۰۳
	۵۰	۰/۲۳ ± ۰/۰۷	۴/۴۷ ± ۰/۶۰	۲/۳۲ ± ۰/۱۷	۰/۳۹ ± ۰/۰۷
	۱۰۰	۰/۱۸ ± ۰/۰۳	۶/۰۳ ± ۰/۲۱	۴/۱۳ ± ۰/۵۱	۰/۶۱ ± ۰/۰۷
۷	۱	۰/۳۸ ± ۰/۰۷	۲/۸۸ ± ۰/۲۱	۱/۹۰ ± ۰/۲۸	۰/۳۹ ± ۰/۰۶
	۲۵	۰/۲۹ ± ۰/۰۲	۲/۵۵ ± ۰/۳۴	۱/۳۵ ± ۰/۲۴	۰/۲۷ ± ۰/۰۲
	۵۰	۰/۲۵ ± ۰/۰۱	۴/۵۲ ± ۰/۴۰	۲/۳۲ ± ۰/۱۶	۰/۴۱ ± ۰/۰۱
	۱۰۰	۰/۱۷ ± ۰/۰۳	۶/۰۰ ± ۰/۱۵	۴/۱۹ ± ۰/۱۳	۰/۶۲ ± ۰/۱۱
۸	۱	۰/۴۲ ± ۰/۰۹	۳/۵۷ ± ۰/۴۷	۲/۴۴ ± ۰/۳۷	۰/۵۱ ± ۰/۰۸
	۲۵	۰/۲۶ ± ۰/۰۳	۳/۱۶ ± ۰/۰۹	۱/۹۶ ± ۰/۰۳	۰/۳۸ ± ۰/۰۱
	۵۰	۰/۲۳ ± ۰/۰۴	۴/۲۴ ± ۰/۲۸	۲/۴۴ ± ۰/۱۵	۰/۳۸ ± ۰/۰۳
	۱۰۰	۰/۱۸ ± ۰/۰۲	۶/۲۷ ± ۰/۲۷	۳/۹۴ ± ۰/۵۸	۰/۶۵ ± ۰/۰۷
۹	۱	۰/۴۲ ± ۰/۰۶	۳/۷۹ ± ۰/۰۹	۲/۴۷ ± ۰/۰۶	۰/۵۳ ± ۰/۰۵
	۲۵	۰/۲۶ ± ۰/۰۶	۳/۳۱ ± ۰/۲۰	۱/۹۶ ± ۰/۰۴	۰/۴۳ ± ۰/۰۵
	۵۰	۰/۲۸ ± ۰/۰۲	۴/۳۹ ± ۰/۰۲	۲/۷۶ ± ۰/۱۸	۰/۴۱ ± ۰/۰۲
	۱۰۰	۰/۱۲ ± ۰/۰۹	۶/۰۰ ± ۰/۴۷	۴/۰۴ ± ۰/۰۷	۰/۵۸ ± ۰/۱۰
۱۰	۱	۰/۴۵ ± ۰/۰۲	۳/۶۱ ± ۰/۱۵	۲/۵۱ ± ۰/۱۰	۰/۴۵ ± ۰/۰۲
	۲۵	۰/۳۲ ± ۰/۰۱	۳/۷۱ ± ۰/۱۹	۲/۱۴ ± ۰/۰۶	۰/۴۵ ± ۰/۰۲
	۵۰	۰/۳۵ ± ۰/۰۴	۴/۲۳ ± ۰/۸۳	۲/۷۲ ± ۰/۲۴	۰/۴۰ ± ۰/۰۴
	۱۰۰	۰/۱۸ ± ۰/۰۲	۵/۷۹ ± ۱/۲۲	۴/۱۸ ± ۰/۱۶	۰/۶۴ ± ۰/۰۶

(پاییز ۱۳۸۶)

جدول ضمیمه ۸: میانگین غلظت مواد مغذی در لایه های عمقی مختلف ترانسکت‌های مورد نظر (بهار ۱۳۸۸)

شماره ترانسکت	عمق (متر)	نیتريت ($\mu\text{g/l}$)	نیترات ($\mu\text{g/l}$)	سیلیکات ($\mu\text{g/l}$)	فسفات ($\mu\text{g/l}$)
۱	۱	0.17 ± 0.06	2.08 ± 0.03	1.78 ± 0.07	0.28 ± 0.01
	۲۵	0.18 ± 0.04	2.38 ± 0.16	1.43 ± 0.04	0.29 ± 0.01
	۵۰	0.14 ± 0.06	2.89 ± 0.19	1.74 ± 0.03	0.28 ± 0.01
۲	۱	0.24 ± 0.06	1.67 ± 0.11	1.06 ± 0.24	0.21 ± 0.04
	۲۵	0.16 ± 0.05	1.73 ± 0.08	1.29 ± 0.37	0.18 ± 0.04
	۵۰	0.24 ± 0.18	2.52 ± 0.49	1.65 ± 0.08	0.23 ± 0.02
	۱۰۰	0.10 ± 0.01	3.43 ± 0.23	2.53 ± 0.16	0.31 ± 0.04
۳	۱	0.24 ± 0.01	1.90 ± 0.11	1.43 ± 0.04	0.24 ± 0.01
	۲۵	0.21 ± 0.04	2.32 ± 0.64	1.46 ± 0.08	0.29 ± 0.03
	۵۰	0.09 ± 0.01	1.78 ± 0.09	1.79 ± 0.02	0.34 ± 0.01
	۱۰۰	0.09 ± 0.01	3.80 ± 0.20	2.81 ± 0.13	0.37 ± 0.00
۴	۱	0.15 ± 0.04	0.80 ± 0.03	0.45 ± 0.03	0.10 ± 0.02
	۲۵	0.22 ± 0.03	1.84 ± 0.11	1.04 ± 0.19	0.17 ± 0.06
	۵۰	0.18 ± 0.04	2.95 ± 0.26	1.13 ± 0.14	0.22 ± 0.05
	۱۰۰	0.23 ± 0.20	3.23 ± 0.38	1.29 ± 0.24	0.34 ± 0.08
۵	۱	0.31 ± 0.13	1.10 ± 0.21	0.73 ± 0.03	0.10 ± 0.04
	۲۵	0.28 ± 0.09	1.81 ± 0.19	0.97 ± 0.27	0.18 ± 0.03
	۵۰	0.25 ± 0.12	2.95 ± 0.38	1.20 ± 0.26	0.27 ± 0.02
	۱۰۰	0.18 ± 0.01	5.01 ± 0.12	2.64 ± 0.18	0.43 ± 0.03
۶	۱	0.20 ± 0.03	1.57 ± 0.08	0.90 ± 0.05	0.14 ± 0.07
	۲۵	0.22 ± 0.01	1.72 ± 0.25	1.02 ± 0.19	0.24 ± 0.03
	۵۰	0.24 ± 0.10	3.20 ± 0.26	1.48 ± 0.15	0.27 ± 0.02
	۱۰۰	0.10 ± 0.01	4.24 ± 0.07	3.00 ± 0.20	0.40 ± 0.03
۷	۱	0.17 ± 0.04	1.50 ± 0.09	0.90 ± 0.13	0.19 ± 0.02
	۲۵	0.19 ± 0.04	1.50 ± 0.09	1.12 ± 0.21	0.21 ± 0.02
	۵۰	0.18 ± 0.01	3.33 ± 0.18	1.64 ± 0.13	0.28 ± 0.01
	۱۰۰	0.16 ± 0.04	4.35 ± 0.08	3.02 ± 0.09	0.42 ± 0.03
۸	۱	0.20 ± 0.04	1.35 ± 0.05	0.95 ± 0.23	0.18 ± 0.03
	۲۵	0.20 ± 0.08	1.80 ± 0.14	1.05 ± 0.14	0.20 ± 0.02
	۵۰	0.17 ± 0.06	2.58 ± 0.18	1.58 ± 0.04	0.24 ± 0.03
	۱۰۰	0.15 ± 0.02	4.50 ± 0.09	2.95 ± 0.20	0.40 ± 0.03
۹	۱	0.18 ± 0.02	1.59 ± 0.02	1.16 ± 0.07	0.18 ± 0.01
	۲۵	0.16 ± 0.01	2.06 ± 0.59	1.31 ± 0.54	0.23 ± 0.08
	۵۰	0.14 ± 0.04	2.30 ± 0.48	1.61 ± 0.10	0.24 ± 0.03
	۱۰۰	0.09 ± 0.01	4.21 ± 0.17	3.02 ± 0.20	0.44 ± 0.03
۱۰	۱	0.19 ± 0.00	1.40 ± 0.18	1.02 ± 0.10	0.17 ± 0.02
	۲۵	0.21 ± 0.01	1.60 ± 0.47	1.21 ± 0.20	0.20 ± 0.03
	۵۰	1.29 ± 0.58	2.36 ± 0.96	0.99 ± 0.13	0.29 ± 0.03
	۱۰۰	0.09 ± 0.01	4.17 ± 0.17	3.09 ± 0.10	0.38 ± 0.02

جدول ضمیمه ۹: میانگین غلظت مواد مغذی در لایه های عمقی مختلف ترانسکت‌های موردنظر (پاییز ۱۳۸۸)

شماره ترانسکت	عمق (متر)	نیتريت ($\mu\text{g/l}$)	نیترات ($\mu\text{g/l}$)	سیلیکات ($\mu\text{g/l}$)	فسفات ($\mu\text{g/l}$)
۱	۱	0.25 ± 0.04	1.17 ± 0.12	0.72 ± 0.05	0.14 ± 0.01
	۲۵	0.29 ± 0.02	2.21 ± 0.12	1.36 ± 0.19	0.23 ± 0.03
	۵۰	0.33 ± 0.04	3.34 ± 0.12	1.50 ± 0.07	0.28 ± 0.02
۲	۱	0.34 ± 0.10	1.46 ± 0.15	0.93 ± 0.03	0.15 ± 0.04
	۲۵	0.30 ± 0.04	2.36 ± 0.03	1.53 ± 0.14	0.24 ± 0.01
	۵۰	0.43 ± 0.21	3.18 ± 0.05	1.65 ± 0.11	0.32 ± 0.01
۳	۱	0.28 ± 0.02	1.98 ± 0.16	1.49 ± 0.12	0.26 ± 0.01
	۲۵	0.26 ± 0.04	2.98 ± 0.28	1.78 ± 0.08	0.33 ± 0.02
	۵۰	1.21 ± 0.44	3.87 ± 0.10	2.25 ± 0.02	0.37 ± 0.02
۴	۱	0.19 ± 0.01	1.07 ± 0.01	0.60 ± 0.00	0.13 ± 0.01
	۲۵	0.24 ± 0.13	1.91 ± 1.10	1.23 ± 0.71	0.20 ± 0.11
	۵۰	0.23 ± 0.01	2.72 ± 0.20	1.23 ± 0.05	0.24 ± 0.02
۵	۱	0.24 ± 0.02	1.67 ± 0.11	1.06 ± 0.02	0.19 ± 0.02
	۲۵	0.28 ± 0.02	2.10 ± 0.02	1.37 ± 0.09	0.25 ± 0.01
	۵۰	0.32 ± 0.04	2.91 ± 0.16	1.40 ± 0.07	0.30 ± 0.01
۶	۱	0.22 ± 0.02	1.84 ± 0.31	1.20 ± 0.19	0.22 ± 0.03
	۲۵	0.33 ± 0.09	2.16 ± 0.03	1.35 ± 0.20	0.23 ± 0.04
	۵۰	0.26 ± 0.03	2.91 ± 0.80	1.58 ± 0.27	0.31 ± 0.03
۷	۱	0.24 ± 0.05	2.22 ± 0.10	1.24 ± 0.18	0.23 ± 0.04
	۲۵	0.30 ± 0.05	2.38 ± 0.09	1.53 ± 0.04	0.29 ± 0.01
	۵۰	0.29 ± 0.01	2.71 ± 0.33	1.58 ± 0.15	0.31 ± 0.02
۸	۱	0.17 ± 0.04	1.67 ± 0.29	1.10 ± 0.21	0.19 ± 0.04
	۲۵	0.26 ± 0.04	2.33 ± 0.06	1.41 ± 0.04	0.25 ± 0.00
	۵۰	0.33 ± 0.06	2.88 ± 0.19	1.60 ± 0.15	0.31 ± 0.04
۹	۱	0.29 ± 0.05	2.63 ± 0.34	1.55 ± 0.22	0.28 ± 0.04
	۲۵	0.28 ± 0.06	2.79 ± 0.70	1.73 ± 0.45	0.30 ± 0.08
	۵۰	0.29 ± 0.02	3.35 ± 0.01	2.31 ± 0.03	0.38 ± 0.05
۱۰	۱	0.36 ± 0.01	3.52 ± 0.05	2.25 ± 0.12	0.38 ± 0.01
	۲۵	0.33 ± 0.01	2.81 ± 0.02	1.77 ± 0.02	0.29 ± 0.03
	۵۰	0.42 ± 0.01	3.44 ± 0.03	2.23 ± 0.01	0.37 ± 0.02

جدول ضمیمه ۱۰: لیست پلانکتونهای جانوری شناسایی شده در محدوده آبهای ایرانی دریای عمان

1-Phylum : Sarcomastigophora

- Order : Acantharia

- Order : Foraminifera

- Genus : *Globigerina. sp*

2- Phylum : Echinodermata

3- Phylum : Chaetognatha

Genus : *Sagitta.sp*

4- Phylum : Urochordata

Class : Larvacea

Genus: *Oikopleura. sp*

Fritillaria. sp

Class: Thaliacea

Genus: *Doliolum. sp*

Salps.sp

5- Phylum: Mollusca

Class : Gastropoda

Class : Petecypoda

Genus : *Bivalves.sp*

6- Phylum: Annelida

Polycheat Larva

7- Phylum: Ciliophora

Order: Tintinnida

Family: Tintinnidiidae

Genus: *Leprotintinus.sp*

Family: Codonellidae

- Genera : *Cytarocylis.sp*

Tintinnopsis.sp

Codonella.sp

- Family : Ptychocylidae

Genus : *Favella.sp*

Codonellopsis.sp

-Family : Tintinnidae

Genus: *Salpingella.sp*

Eutintinnus.sp

Amphorellopsis.sp

Dadayiella.sp

-Family : Epiplocyloididae

Genus: *Epilicyloides.sp*

-Family : Xystonellidae

Genus : *Xystonella.sp*

Xystonellopsis.sp

Family : Rhabdonellidae

Genus : *Rhabdonella.sp*

Rhabdonellopsis.sp

-Family : Dictyocystidae

ادامه لیست پلانکتونهای جانوری شناسایی شده در محدوده آبهای ایرانی دریای عمان

Genus : *Dictyocysta.sp*

Luminella.sp

- Family : Metacyclidae

Genus : *Helicostomella.sp*

Coxiella.sp

-Family : Ascampbeliellidae
 Genus : *Ascampbliella.sp*

Family : Undellidae
 Genus:: *Undella.sp*
Paraundella.sp

-Family : Ptychocyliidae
 Genus : *Ptychocylis.sp*

8- Phylum : Arthropoda
 Sub Phylum : Crustacea
 Class : Branchiopoda
 Sub order : Cladocera
 Genus : *Penilia.sp*
Podon.sp
Evadne.sp

Class : Ostracoda
 Class : Malacostraca
 Order : Stomatopoda
 Genus : *Squilla.sp*

Order : Mysida
 Genus : *Mysids.sp*

Order : Amphipoda
 Order : Isopoda
 Order : Euphausiacea
 Order : Decapoda

Family : Luciferidae
 Genus: *Lucifera.sp*

Sub order : Dendrobranchiata
 Super family : Penaeoidea
 Shrimp Larvea
 Class : Maxillipoda
 Sub class : Copepoda
 Order : Cyclopoida

Family : Oithonidae
 Genus: *Oithona.sp*
 Order : Calanoida

Family : Metridinidae
 Order : Calanoida

-Family : Metridinidae
 Genus : *Pleuromamma.sp*

ادامه لیست پلانکتونهای جانوری شناسایی شده در محدوده آبهای ایرانی دریای عمان

Family : Acarttidae
 GenUS : *Acartia.sp*

Family : Candaciidae
 Genus : *Candacia.sp*

Family : Centropagidae
 Genus : *Centropages.sp*

Family : Temoridae
 Family : Pontellidae
 Genus : *Calanopia.sp*
Labidocera.sp
Pontellina.sp

Family : Paracalanidae
 Genus : *Acrocalanus.sp*
Paracalanus.sp
Calocalanus.sp

Family : Clausocalanidae
Genus: *Clausocalanus.sp*

Family : *Eucalanidae*
Genus: *Pareucalanus.sp*
Subeucalanus.sp

Family : Calanidae
Genus : *Canthocalanus.sp*
Cosmocalanus.s

Family : Euchaetidae
Family : Tortanidae
Genus : *Tortanus.sp*

Family ; Pseudodiptomidae
Genus : *Pseudodiptomus.sp*

Order : Harpacticoida

Family : Miraciidae
Genus : *Macrosetella.sp*

Family: Ectinosomatidae
Genus : *Microsetella.sp*

Family: Clytemnestridae
Genus : *Clytemnestra.sp*

Family: Euterpinidae
Genus : *Euterpina.sp*

Order : Poicilostomatatoida

Family: Oncaeiidae
Genus : *Oncaea.sp*

Family : Sapphirinidae
Genus: *Copilia.sp*
Sapphirina.sp

Family: Corycaeiidae
Genus: *Corycaeus.sp*

نگاهی گذرا به بخشی از عملیات میدانی بر روی شناور

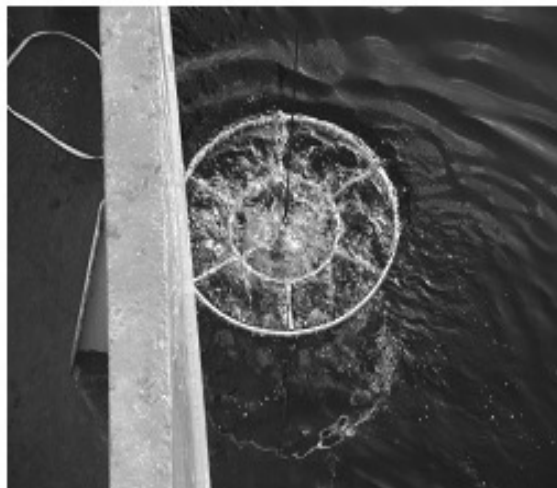
در در اجرای هر یک از گشتهای دریایی قبل از هر چیز، ابتدا اعضای گروه تیم تحقیقاتی تعیین و تجهیزات مورد نیاز آماده می‌گردید، پس از آن هماهنگیهای لازم جهت در اختیار گذاشتن کشتی فردوس ۱ پی‌گیری می‌شد و به محض اینکه شناور مذکور در اسکله شیلات پهلو می‌گرفت کلیه تجهیزات آزمایشگاهی و نمونه‌برداری مورد نیاز توسط تیم نمونه‌بردار به داخل شناور منتقل و سپس تک تک آنها در محل‌های مربوطه نصب و راه‌اندازی می‌گردید. از آنجا که شناور مذکور برای صیادی طراحی گردیده لذا برای اجرای کارهای تحقیقاتی لازم است قبل از شروع هر گشت تحقیقاتی یک سری تغییرات کاربری و آماده‌سازی روی عرشه آن صورت پذیرد تا قابل استفاده گردد، به‌طور مثال در طرفین آن بازوهای آهنی نصب و حلقه‌هایی در روی آن بازوها تعبیه شود تا اینکه بتوان قرقره‌ها را به حلقه‌های فوق متصل و سیم بکسل‌ها را از درون آنها عبور داد و تجهیزات نمونه‌برداری را با استفاده از آنها جابجا و به درون آب دریا ارسال نمود. لازم به ذکر است که پس از آماده شدن بازوهای آهنی مورد نظر در دو طرف کشتی، نمونه‌برداری از رسوبات بستر، پلانکتونهای جانوری و ایکتیوپلانکتون با استفاده از وینچ‌های خود کشتی به انجام



می‌رسید، یعنی اینکه سیم بکسل‌هایی با قطر ۶ میلیمتر روی وینچ‌ها سوار و آنها را با استفاده از قرقره به

بازوهای نصب شده متصل نموده و سپس نمونه برداری به انجام می‌رسید. در شکل‌های ذیل عملیات نصب بازوها ارائه شده است.

با توجه به اینکه جابجایی برخی از تجهیزات نمونه برداری از قبیل دستگاه از نمونه بردار چند گانه آب Rosette یا (Multi water sampler) نیاز به وینچ مخصوصی دارد لذا قبل از شروع فاز عملیاتی پروژه یک دستگاه وینچ مخصوص طراحی و پس از ساخت به انباری واقع در اسکله شیلات انتقال یافت تا اینکه، همیشه به محض پهلو گیری شناور در اسکله، وینچ مذکور به عرشه شناور منتقل و در سینه کشتی نصب می‌گردد. لازم به ذکر است که نمونه برداری از فیتوپلانکتون‌ها و مواد مغذی از لایه‌های عمقی مختلف، همچنین نمونه‌های مربوط به آلاینده‌ها بطور همزمان و با استفاده از دستگاه نمونه بردار چند منظوره آب به انجام می‌رسید. علاوه بر این دستگاه CTD نیز در وسط دستگاه مذکور قرار داده می‌شد و هر دو دستگاه با هم بطور همزمان به درون آب ارسال می‌گردید. در شکل‌های ذیل مراحل نصب وینچ مورد نظر و نحوه استفاده از آن ارائه شده است.





نمونه برداری از رسوبات بستر دریا جهت بررسی کیفی و کمی ماکروبتوزها با استفاده از رسوبگیر سطحی Van Veen grab با سطح مقطع ۰/۱ متر مربع به انجام می‌رسید. در هر ایستگاه سه گرب مجزا از رسوبات بستر نمونه برداری شده و سپس محتویات هر سه گرب به تفکیک در درون یک الک به ابعاد ۵۰ × ۵۰ سانتی متر و با چشمه‌های به قطر ۰/۵ میلی متر تخلیه و بوسیله آب دریا شستشو داده می‌شد. نمونه‌های شسته شده از درون الک به ظروف پلی اتیلنی انتقال و بوسیله رز بنگال رنگ آمیزی و با الک ۹۵ درصد فیکس شده و در پایان گشت به پژوهشکده بندر عباس منتقل می‌گردید. علاوه بر این نمونه برداری از رسوبات بستر جهت دانه بندی و آلاینده‌ها نیز با رسوبگیر سطحی مذکور به انجام می‌رسید. شکل‌های ذیل مراحل نمونه‌برداری از رسوبات و نحوه شستشوی آنها با آب دریا ارائه شده است.



نمونه برداری از پلانکتون‌های جانوری توسط تور کمرشکن (Closeing Net) ساخت شرکت

هیدروبیوس آلمان با قطر چشمه ۵۵ میکرون مجهز به فلومتر به انجام رسید. در تمامی ایستگاه‌ها (به جز ایستگاه‌های اول هر ترانسکت که عمق کمتری داشتند) از دو لایه عمقی (سطح تا ۲۵ و ۲۵ تا ۵۰ متر) و به صورت کشش عمودی (از عمق به سطح) به عمل آمد. نمونه‌ها با فرمالین ۵٪ تثبیت و در پایان گشت دریایی جهت شناسایی به آزمایشگاه مرکز تحقیقات آبهای دور (چابهار) انتقال داده شد. در شکل‌های ذیل نحوه استفاده از آن ارائه شده است.



نمونه‌برداری از ایکتیوپلانکتون‌ها با استفاده از تور Bongo Net ساخت شرکت هیدروبیوس آلمان با قطر چشمه صد میکرون مجهز به فلومتر و به صورت کششی با زاویه ۴۵ درجه به انجام رسید. نمونه‌ها با فرمالین ۵٪ تثبیت

و در پایان گشت دریایی به آزمایشگاه پژوهشکده بندر عباس انتقال داده شد. در شکل‌های ذیل نحوه استفاده از آن ارائه شده است



نمونه‌برداری از آب و رسوبات بستر جهت سنجش فلزات سنگین و ترکیبات آلی، هم‌زمان با نمونه‌برداری از سایر بخش‌ها (عوامل زیستی و غیر زیستی) صورت پذیرفت. نمونه‌برداری از آب با استفاده از نمونه‌بردار (Vanveen Grab) و نمونه‌برداری از رسوبات با استفاده از رسوبگیر سطحی Multiwater sampler چند گانه انجام رسید. نمونه‌های آب مربوط به فلزات سنگین با اسید نیتریک اسیدی شده، و نمونه‌های مربوط به ترکیبات آلی به کمک مخلوط ۵۰+۵۰ از هگزان و دی کلرومتان استخراج و در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری و در پایان گشت دریایی جهت آنالیز دستگاهی به آزمایشگاه پژوهشکده انتقال داده شد. در شکل‌های ذیل نحوه استفاده از آن ارائه شده است.



Abstract

In this survey, hydrology and hydrobiological studies in the northern part of the Oman Sea and Strait of Hormuz within the Iranian waters were conducted during 2007 and 2009. The project was implemented using Ferdous research vessel. The sampling area included the whole stretch of the Iranian waters along the northern part of the Oman Sea from the northeast of the Iranian marine border of 30 miles Bay of Chabahar to the mouth of the Hormuz Strait in Hormuzgan province. Along this stretch 10 equally distributed transects at a distance of 30 miles away from each other were designated, 4 main sampling stations at a distance of 10 miles from one another were fixed at each transect. Sampling was conducted twice a year (spring and autumn 2007 and 2009). According to achieved results; we can point out to the following outlines below:

permanent thermocline exists annually in this body of water; where only the point of start, and the fracture width of thermocline layer; alter with alteration of seasons. Horizontal and vertical distribution of electrical conductivities, obey exactly from thermal degree structure. Level of salinity increase from east to west, but it decrease; from surface to deeper layers. In deeper regions, especially in the midway east of the Oman Sea; the level of salinity in the deeper waters from 150-300m, there is a considerable increase observed in salinity, due to very high salinity waters of The Persian Gulf; that are entering the Sea of Oman, via the Striate of Hormouz from the bottom; where they are having their effect following the whole length of the Sea of Oman; through their path.

The level of water density from offshore to onshore, and from surface to deeper levels increase in such a way that. The level of Chlorophyll-a in surface waters, in the northeastern midway; is higher than the northwestern midway of the Sea of Oman, and it decreases from inshore to offshore waters, but its vertical distribution; has caused somehow in a way, that the highest distribution and concentration of chlorophyll-a; to be formed in deeper layers, between about 10-40m depths. Then by the increase in water depth, its concentration decreases drastically; reaching zero in magnitude.

Concentration of dissolved oxygen is higher in spring in comparison to that of autumn, and the highest level is achieved in water layers located at 10-40m depth (where the level of chlorophyll-a is higher). In addition to which, that its vertical structure; shows the existence of a permanent oxycline layer at this region, in a way that; by seasonal alterations (similar to that of thermocline layer), only the point of start and that of the thickness of oxycline layer changes. pH level decreased from water surface, and its vertical alteration trend; obeyed to that of the same for temperature and chlorophyll-a vertical structure, especially for dissolved oxygen parameter, where the maximum decrease was recorded coinciding with formation of oxycline layer. Nutrient levels increased; at surface water layers from offshore to inshore, and from west to east, for the same body of water. In addition to that, concentration of nutrients in autumn (after monsoon); were more than that of, spring season (before monsoon), where; concentration of their vertical structure increase from water surface toward deeper sections.

In this survey six phylum of phytoplankton including in Bacillariophyta(88) Pyrophyta (111), Cyanophyta(6), Chromophyta (2), Euglenophyta and silicoflagellate (1) were identified. A result showed that density decreased in most transects from inshore toward sea and maximum density was in photic layer (0-25m). Phytoplankton densities (without Cochloidium density) in post-monsoon were recorded higher than pre-monsoon, furthermore phytoplankton density in 2009 was more than 2007 (6073 ± 1038) Species richness was indexed in the pre-monsoon and post-monsoon 2007 (0.337-0.519), (0.296-0.396) respectively and to (0.967-1.525), (1.407-1.531) for 2009. Zooplankton population in this study is characterized by eight phyla, eight classes, 15 orders, 35 families and 78 genus. In 2007, the pre-monsoon percentage of groups were frequently as following: Copepoda with stages of Nauplius and Copepeditide were 78%, Ciliophora 8%, Sarcocystigophora 4% and Hemichordata 6%. In post-monsoon order of frequency Copepoda 80%, Ciliophora 6%, Coelenterata 5%. Copepoda was the most abundant group of zooplankton. In 2009, The pre-monsoon Copepoda (82%), Ciliophora(9%), Sarcocystigophora(4%) and Hemichordata (2%) in post-monsoon Copepoda(70%), Ciliophora (20%), Sarcocystigophora(4%) and Hemichordata (2%) dominante group were respectively. The static result showed significance between

different transects and layers. We were recorded 31 ichthyoplankton families with different density and distribution during 2 years .

Among benthic invertebrate polychaete with average 800 ind^{-2} and then amphipods and gastropods were the most abundance. Yearly density of macrobenthos showed polychaete with the average of 500 ind^{-2} in 2007 and 1000 ind^{-2} in 2009 was the most abundance . Macrobenthos density in postmonsoon was more than premonsoon. $p < 0.05$.

An increasing and decreasing in density and biodiversity was obtain from coast to depth respectively $p < 0.05$. There was no significant different between macrobenthos density from Hormoz strait to Gulf of Guter. $p > 0.05$. There was a negative regression between macrobenthos density and depth ($p < 0.05$) and positive regression between macrobenthos and oxygen concentration and temperature. ($p < 0.05$). There was also a significant relationship between macrobenthos, copepoda and polychaete density with organic carbon. $p < 0.05$. Biomass changed from strait to Gulf and coast to depth increasingly. $p < 0.05$.

The results of the measurement of heavy metals in water and Sea bed showed that the Concentration of heavy metals in surface layers in waters of the northern half of Oman Sea and Strait of Hormuz in spring (pre-monsoon) is more than autumn (after monsoon), and Degree of pollution in these areas are low compared to the global scale. Also, The results of the degree of contamination of sediments across the northern half of Oman Sea and comparison Global indicators of environmental quality assessment, it was found that the degree of contamination in the area in spring and autumn are low pollution.

Comparison of the TPAH concentration of in Iranian waters of the Gulf of Oman, with other parts of the world indicate that degree of pollution of the waters in the spring 86 in the other seasons too low to medium level is low; but the degree of contamination in sediments, both in spring and in the autumn is much less; It means that the current risk on behalf of these contaminants, does not threaten the fish and benthose. The results of the risk assessment (THQ) of heavy metals in consumer, for yields Sangsar fish and fish Gish showed that the risk for both all the heavy metals, significantly lower than the one ($1 <$) and This means that urban communities in the province does not present any danger of feeling threatened.